FACULTE DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1962

THESE

N°

515

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Pierre, Antoine VERHAEGHE

Né le 8 Novembre 1928 à DOTTIGNIES (Belgique)

Présentée et soutenue publiquement le

VARIATIONS DE LA BIOMASSE PLANCTONIQUE SUR QUELQUES APPLICATIONS POSSIBLES EN THÉRAPEUTIQUE

Président : Monsieur Ch. DEBRAY (Professeur)

D. P. TAIB
8. Rue Casimir Delavigne
PARIS - VI°
1962

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

-:-

Année 1962 N°

T H E S E

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

par

Pierre, Antoine V E R H A E G H E

Né le 8 Novembre 1928 à DOTTIGNIES (Belgique)

-:-

Présentée et soutenue publiquement
le

-:-

VARIATIONS DE LA BIOMASSE PLANCTONIQUE SUR QUELQUES APPLICATIONS POSSIBLES EN THERAPEUTIQUE

-:-:-

Président : Monsieur Ch. DEBRAY (Professeur)

-:-

D. P. TAIB
8, rue Casimir Delavigne
PARIS
1962

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. ALAJOUANINE (T), AUBIN (A), BENARD (H), BULLIARD (H), CADENAT (F), CHABROL (E), CHAMPY (C), DEBRE (R), FEY (B), GASTINEL (P), HALPHEN (E), HAZARD (R), HEUYER (G), LANTUEJOUL (P), LAROCHE (G), LEVY-SOLAL (E), LIAN (C), MATHIEU (P), MOCQUOT (P), MONDOR (H), MONOD (R), MOREAU (R), MOULONGUET (P), OLIVIER (E), PASTEUR VALLERY-RADOT, PETIT-DUTAILLIS (D), QUENU (J), RICHET (C), SENEQUE (J), STROHL (A), TANON (L).

DOYEN ..... Léon BINET
Membre de l'Institut

1er ASSESSEUR ..... Jean VERNE
2e ASSESSEUR ..... Gaston CORDIER

I - PROFESSEURS

I°- CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A)
Anatomie pathologique	DELARUE (J)
Anesthésiologie	BAUMANN (J)
Biochimie médicale	JAYLE (M.F) SCHAPIRA (G)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux sports	CHAILLEY-BERT (P)
Biologie médicale	FAUVERT (R)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J)
Embryologie	GIROUD (A)
Histoire de la médecine et de la chirurgie (Lariboisière)	N...
Histologie	VERNE (J)
Hygiène et médecine préventive	JCANNON (P)
Médecine du Travail	DESOILLE (H)
Médecine légale	PIEDELIEVRE (R)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R)
Parasitologie	GALLIARD (H)
Pathologie chirurgicale	HUGUIER (J)
Pathologie exotique	LAVIER (G)
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.P)
Pathologie médicale	MILLIEZ (P)

MM.

Pathologie respiratoire ..... TURIAF (J)
Pathologie et thérapeutique générales ..... BOUDIN (G)
Pharmacologie ..... CHEYMOL (J)
Physiologie ..... BINET (L) / BARGETON (D)
Physiologie et pathologie obstétricale ..... LEPAGE (F)
Physique médicale ..... DOGNON (A) / DJOURNO (A)
Radiologie médicale ..... DESGREZ (H)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale ..... N...
Thérapeutique ..... CONTE (M)

b) Professeurs à titre personnel:

Biochimie medicale ..... DESGREZ (P) / POLONOVSKI (J)
Biologie médicale ..... BOURLIERE (F)
Embryologie ..... TUCHMANN (H)
Hygiène et médecine préventive ..... DEPARIS (M)
Parasitologie ..... BRUMPT (L.C)
Pathologie chirurgicale ..... LAURENCE (G)
Pharmacologie ..... LEVY (Mlle J)
Physiologie ..... PARROT (J)
Physique médicale ..... KELLERSHOHN (L)

2°- CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires

Clinique carcinologique chirurgicale (Necker) ..... REDON (H)
Clinique cardiologique (Broussais) MOUQUIN (M)
Cliniques chirurgicales (Beaujon ..... LORTAT-JACOB (J.L)
(Cochin ..... LEGER (L)
(Hôtel-Dieu ..... PATEL (J)
(Pitié ..... CORDIER (G)
(Saint-Antoine ..... GOSSET (J)
(Salpêtrière ..... SICARD (A)
(Tenon ..... OLIVIER (Cl.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants Malades) FEVRE (M)
Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin) ..... MERLE d'AUBIGNE (R)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais) ..... F. de GAUDART d'ALLAINES

	MM.
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)	MATHEY (J)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)	LAMY (M)
Clinique gynécologique (Broca)	FUNCK-BRENTANO (P)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)	DEGOS (R)
Clinique des maladies des Enfants (Enfants-Malades)	CATHALA (J)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	MOLLARET (P)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)	DELAY (J)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)	HAMBURGER (J)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	MARCHAL (G)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P)
Cliniques médicales (Boucicaut	LENEGRE (J)
Cliniques médicales (Broussais	SOULIE (P)
Cliniques médicales (Cochin	JUSTIN-BESANÇON(L)
Cliniques médicales (Cochin	BROUET (G)
Cliniques médicales (Hôtel-Dieu	BARIETY (M)
Cliniques médicales (Lariboisière	SEZE (S.de)
Cliniques médicales (Pitié	DREYFUS (G)
Cliniques médicales (Saint-Antoine	KOURILSKY (R)
Clinique médicale d'hydrologie thérapeutique et climatologie (Bichat)	DEBRAY (C)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	GENNES (L.de)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R)
Cliniques obstétricales (Baudelocque	LACOMME (M)
Cliniques obstétricales (Foch (Suresnes)	MERGER (R)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J)

	MM.
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	RENARD (G)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	LELONG (M)
Clinique de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F)
Clinique stomatologique (Pitié)	DECHAUME (M)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M)
Clinique traumatologique	PADOVANI (P)
Séméiologie médicale	DOMART (A)
Séméiologie et clinique chirurgicales	POILLEUX (F)
Clinique urologique (Necker)	COUVELAIRE (R)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	TURPIN (R)

b) Professeurs à titre personnel :

Médecine	BOUR (H) LHERMITTE (F) PEQUIGNOT (H)

II - PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGREGES ET MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES

	MM.
Anatomie	CABROL (C) GOUINAUD (C) GILLOT (C) OLIVIER (G)
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS(Mlle P pr.s.ch. ABELANET (R) BUSSER (F)

	MM.
Anatomie pathologique	CHOMETTE (G) GOUYGOU (Ch)m.conf. NEZELOFF (Ch.) ORCEL (L) PAILLAS (J)
Anesthésiologie	KERN (E.) VOURC'H (G)
Bactériologie	BARBIER (P) CHRISTOL (D) Le MINOR (L) TOURNIER (P)
Biochimie médicale	BAULIEU Et.m.conf. BOURILLON (R) CARTIER (P) DREYFUS (J.Cl.) GONNARD (P) KRUH (J) JEROME (H)
Biologie appliquée à l'Education Physique et aux Sports	PLAS (F)
Carcinologie	BOIRON (M) DENOIX (P) MATHE (G) SELIGMANN (M)
Dermato-Syphiligraphie	CIVATTE (J) DUPERRAT (B)
Electro-Radiologie	LEDOUX-LEBARD (G)
Hématologie	BESSIS (M) BILSKI-PASQUIER (G) DAUSSET (J) DUHAMEL (G)
Histologie	COUJARD (R)pr.s.ch. MAROIS (M) RACADOT (J)
Hydrologie	BESANCON (F) CORNET (A)
Hygiène	BOYER (J)pr.s.ch. BLANCHER (G) CORRE-HURST (Mme L) SAPIN-JALOUSTRE (H)
Maladies infectieuses	BASTIN (R) DUPONT (V)

	MM.
Médecine légale	DEROBERT (L)pr.s.ch.
	FOURNIER (E)
	GUENIOT (M)
	HADENGUE (A)
Médecine du travail	ALBAHARY (C)
Neuro-Chirurgie	PERTUISET (B)
Obstétrique	GRANJON (A)
	HERVET (E)
	Le LORIER (G)
	LEVY (J)
	MORIN (P)
	MUSSET (R)
	ROBEY (M)
	SENEZE (J)
	SUREAU (C)
	THOYER-ROZAT (J)
Ophtalmologie	BREGEAT (P)
	DUBOIS (A)
	SARAUX (H)
Orthopédie	JUDET (R)
	MEARY (R)
	POSTEL (M)
	RAMADIER (J)
Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J)
	PIALOUX (P)
Parasitologie	GOLVAN (Y)
	LAPIERRE (J)
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J)
	BINET (J.P)
	CAUCHOIX (J)
	CERBONNET (G)
	CHATELIN (C.L)
	DUBOST (Ch.)
	DUBOST (Cl.)
	FAUREL (J)
	FLABEAU (F)
	GARBAY (M)
	GARNIER (H)
	(Cl.de)GAUDART-d'ALLAINES
	GERMAIN (A)
	LATASTE (J)
	LEVEQUE (B)
	LOYGUE (J)
	MERCADIER (M)

	MM.
Pathologie chirurgicale	NATALI (J) PELLERIN (D) PERROTIN (J) ROBERT (H) THOMERET (G)
Pathologie exotique	SCHNEIDER (J)
Pathologie expérimentale	BENHAMOU (J.P) BERTHAUX (P) BOIVIN (P) CROSNIER (J) HARTMANN (L) LOEPER (J) MAURICE (J) MIKOL (Cl) RICHET (G)
Pathologie médicale	AUSSANNAIRE (M) BOUVIER (J) BOUVRAIN (Y) BRICAIRE (H) BRISSAUD (H) BROCARD (H) BUGE (A) CATINAT (J) CHRETIEN (J) COBLENTZ (B) CONTAMIN (F) COURY (C) ETIENNE (J.P) FREZAL (J) FRITEL (D) HENNEQUET (A) HIMBERT (J) HOUSSET (E) LAROCHE (Cl) LESOBRE (R) MACREZ (C) MOREAU (L) NICK(J) ROYER (P) TOURNEUR (R) WOLFROMM (R)
Pédiatrie-Puériculture	JOSEPH (R) LAFOURCADE (J) LEPERCQ (G) MANDE (R)

	MM.
Pédiatrie-Puériculture	MOZZICONACCI (P) POLONOVSKI (C) ROSSIER (A) VIALATTE (J)
Pharmacologie	BOISSIER (J) LECLAT (P)
Physiologie	BARRES (G) DEJOURS (P) DURAND (J) GIRARD m.conf. HUGELIN (A) SCHERRER (J)
Physique médicale	CHANTEUR (J) GOUGEROT (L)m.conf. pr.s.ch. GREMY (F.)m.conf. MILHAUD (G) PELLERIN (P) ROUCAYROL (J.Cl) TUBIANA (M) m.conf.
Pneumo phtisiologie	KREIS (B) MEYER (A) RENAULT (P)
Psychiatrie	PICHOT (P)
Psychiatrie infantile	DENIKER (P) DUCHE (D) FLAVIGNY (H) LAPRESLE (J)
Rhumatologie	DELBARRE (F)
Stomatologie	CERNEA (P) CHAPUT (Mme A.)m.c.agr. GRELLET (M)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P) LAMOTTE (M) MAPCHE (J)
Urologie	AUVERT (J) MOULONGUET (A) QUENU (L)

III - PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent

	MM.
Anatomie	DEBEYRE (J)

	MM.
Clinique chirurgicale	ABOULKER (P) AMELINE (A)pr.s.ch. VERNE (J.M)
Clinique médicale	PERRAULT (M) RAMBERT (P) THIEFFRY (S)
Clinique obstétricale	GRASSET (J) MAYER (M)
Clinique ophtalmologique	DESVIGNES (P) OFFRET (G)
Clinique oto-rhino-laryngologique	MADURO (R)
Clinique pédiatrique et puériculture	LAPLANE (R)
Clinique psychiatrique	BARUK (H)
Clinique urologique	KUSS (R)

IV - PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie	HAUDUROY (P)Pr.s.ch.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J) Pr.s.ch.

V - CHARGES DE COURS D'HYGIENE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE : BOLTANSKI (E), LAUNAY (C)

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J)
Secrétaire principal	Mlle CHAINTREUIL (G)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	M.le Docteur HAHN (A)
Conservateur	Mlle DUMAITRE (P)
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J), FORGET (F) Mlles LAURENT (H), Le NOIR (G) QUIEVREUX (E)

Par délibération en date du 9 decembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A la mémoire de mon Père,

A qui je dédie cette thèse.

A ma Femme,

Avec toute ma tendresse.

A ma Mère,

En témoignage de mon affection et de ma reconnaissance.

A mes Beaux-Parents,

Avec mes plus affectueux sentiments.

A mes Soeurs,

A mon Frère,

A ma Famille,

A tous mes Amis.

A notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur Charles DEBRAY,

Professeur de Clinique Médicale
d'hydrologie thérapeutique et
climatologie à la Faculté de
Médecine de Paris,
Chevalier de la Légion d'Honneur,

Qui nous a fait le grand
honneur d'accepter la
présidence de cette thèse,

En hommage de respectueuse
reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Claude LEVÊQUE,

Médecin-Pédiatre, Chef de Service à l'Hôpital de Lisieux,

Qu'il trouve ici le témoignage de très sincères remerciements et de profonde reconnaissance pour son enseignement pendant mon internat dans son service.

A Monsieur le Docteur Maurice AUBERT,

Directeur des Recherches au Centres d'Etudes et de Recherches d'Océanographie appliquée à la Médecine et à l'Hygiène de la ville de Nice,
Médecin du Dispensaire,
Chargé de Conférences à l'Université de New-York,

Qui nous a inspiré le sujet de cette thèse et nous a prodigué ses conseils,

En témoignage de notre reconnaissance et de notre respectueux attachement.

A Madame le Docteur PEILLON,

Chargée de cours de Médecine Physique et de Thalassothérapie, dans l'enseignement des Hôpitaux de Paris,
Chargée de cours à l'Ecole d'Anthropologie,

En témoignage de profonde gratitude pour l'enseignement qu'elle nous prodigue.

A Monsieur le Docteur ROBINI,

Président du Conseil d'Administration du C.E.R.B.O.M.
Directeur du Bureau Municipal d'Hygiène de la Ville de Nice,
Membre du Conseil supérieur d'Hygiène de France,

En le remerciant du concours précieux qu'il a bien voulu nous donner.

A Monsieur le Docteur LARIVIERE,

Directeur du Centre de Cures Marines à Trouville,

Qui nous a reçu avec tant de bienveillance,

Témoignage de notre profond respect et de notre profonde reconnaissance.

A Monsieur le Docteur J. BOISNIERE,
Cannes,

Stomatologiste des Hôpitaux,

Qui nous a accueilli avec
tant de bienveillance.

A Monsieur Henri LEBOUT,

Directeur du Laboratoire de contrôle des Eaux
la ville de Nice,
Ingénieur Chimiste,

A Monsieur MIQUELIS,

Ingénieur Chimiste,

Dont les travaux nous ont été
si utiles et qui nous
ont reçu avec tant de
bienveillance.

VARIATIONS DE LA BIOMASSE PLANCTONIQUE

SUR QUELQUES APPLICATIONS POSSIBLES EN THERAPEUTIQUE

-:-:-

INTRODUCTION

-:-

On admet actuellement, que soixante quinze pour cent des formes vivantes connues se trouvent dans les mers ou dans les océans alors que vint cinq pour cent, seulement, se sont adaptées à la vie en eau douce ou terrestre.

L'homme tire sa substance presque exclusivement de la terre et s'il souffre, c'est encore d'elle, plus ou moins directement, qu'il tire le remède.

Bien que l'étude de ces problèmes (se nourrir et se soigner) constamment poursuivie recule sans cesse les limites des connaissances et apporte de nouveaux moyens de les maîtriser ou de les asservir, l'investigation du Monde Marin, à peine effleurée, est susceptible d'élargir considérablement notre éventail de ressources. Tout concourt, d'ailleurs, à faire de certaines sciences hydrobiologiques, initialement descriptives et spéculatives, des éléments propres à satisfaire certains de ces besoins, en particulier les moyens d'investigations plus aptes à capter la structure intime des constituants vivants.

Devant les données d'un tel problème, il nous a paru intéressant d'attacher une attention toute particulière à une forme de vie très spéciale, et, somme toute, encore peu connue : le plancton. Il s'agit là, en effet, d'une forme vitale très originale : ses

éléments tirent de leur substance du milieu ambiant même et n'ont aucun rapport direct avec le sol ; corrélativement, ce milieu ambiant à caractères physico-chimiques particuliers, leur a imprimé sa marque ; ils ont conservé, bien souvent, une structure qui a traversé sans heurt, les temps géologiques ; on peut citer également certains éléments dont l'appartenance au règne animal ou au règne végétal n'est pas tranchée avec netteté.

Pour essayer de mettre en évidence ce qui fut jusqu'à présent et ce qui sera peut-être possible demain dans l'application de la Planctonologie à l'homme, nous avons, après un rappel des caractéristiques fondamentales des éléments planctoniques, fait le point sur nos connaissances chimiques, en particulier sur les derniers travaux poursuivis dans les Laboratoires du CERBOM (1) sous la direction du Docteur AUBERT qui a inspiré cette thèse.

Nous avons ensuite tenté de voir dans quelle mesure ces premières conclusions permettaient une application dans le domaine de la biologie humaine. Un tel sujet est vaste, ses limites souvent imprécises ; aussi nous ne dissimulerons pas les imperfections et les lacunes de ce travail que nous souhaitons voir accueillir avec bienveillance et indulgence par Monsieur le Président et Messieurs les membres du jury.

---

(1) Centre d'Etudes et de Recherches de Biologie et d'Océanographie appliquée à la Médecine et à l'Hygiène publique de la ville de Nice.

PREMIERE PARTIE

LA BIOMASSE PLANCTONIQUE

-:-

I - DEFINITION

L'hydrobiologie générale nous apprend que dans les mers et dans les océans, la vie est distribuée d'une manière analogue à celle qui existe sur terre, avec cette différence fondamentale, toutefois, que l'atmosphère aérienne est remplacée par le milieu liquide dont les caractères et les propriétés confèrent aux manifestations de la vie des formes particulières.

Considérant l'activité vitale par rapport à l'assiette solide des bassins marins, nous constatons que certaines formes sont en rapports directs avec le sol ; qu'elles aient une vie sessile ou errante, elles sont en étroite relation avec leur support solide : cette population constitue la première association marine importante : le BENTHOS.

Les autres formes vitales, sans relation directe avec le sol, évoluent dans le milieu marin liquide : solution aqueuse saline, à caractères physico-chimiques particuliers et bien déterminés. Mais, selon la motilité des éléments constituants, on doit séparer ceux-ci en deux groupes :

Le premier est celui qui, formé d'organismes de nature animale dotés d'une grande puissance natatoire, permet à ces derniers de se mouvoir activement, à leur gré, de surmonter les vagues et les courants : c'est le NEKTON.

Le deuxième est formé par des organismes de

nature animale ou végétale, sans relation directe avec le sol, flottant plus ou moins passivement dans le milieu liquide : le PLANCTON. Certains de ces organismes passent toute leur vie dans le milieu planctonique, d'autres, provenant du benthos ou du nekton, n'y séjournent que durant une période plus ou moins longue, en rapport, bien souvent, avec leur cycle évolutif.

Sous le terme de biomasse planctonique, on désignera l'ensemble des organismes du plancton vivant dans un volume d'eau défini.

II - HISTORIQUE

Le mot plancton tire son origine du grec et signifie "errant" ou "flottant". Déjà HOMERE, dans l'Odyssée, avait désigné sous ce terme, les animaux flottants qu'Ulysse avait rencontrés pendant son voyage de retour après le siège de Troie. On le rencontre, également, chez d'autres auteurs de l'Antiquité, ARISTOTE en particulier.

C'est le physiologiste allemand HENSEN, qui, en 1887, reprend le terme pour désigner "tout ce qui flotte dans l'eau" (Alles was im Wasser treibt). Mais, déjà, depuis longtemps, le plancton avait fait l'objet de recherches : ainsi apprend-on que FORSKAL, vers la fin du XVIIIème siècle décrit des éléments du macroplancton. Au début du XIXème siècle, le microplancton commence à être décrit, surtout à partir de 1845, date à laquelle MULLER met au point le filet pélagique.

C'est à partir de ce moment que commence vraiment la première étape de la planctonologie : la description et la reconnaissance des planctontes, étape qualitative, qui sera suivie par l'étape quantitative, c'est à dire le dénombrement des organismes en fonction des divers facteurs susceptibles de faire va-

rier leur présence ou leur forme.

Ajoutons que l'une et l'autre études sont loin d'être épuisées, les formes nouvelles chaque année découvertes, ne faisant que traduire un champ d'action aux limites sans cesse reculées.

III - LES PECHES PLANCTONIQUES ET LEUR ETUDE

Comment le plancton est-il recueilli en mer ?

C'est un aspect essentiel de l'étude du plancton, car celui-ci, en même temps qu'il est une matière vivante éminemment fragile, est également réparti à un taux très faible dans une énorme masse liquide, stable dans son ensemble, mais soumise à des variations locales qui seront concomitantes des variations planctoniques. Ceci explique les difficultés techniques rencontrées pour recueillir, intacte, une masse appréciable de planctontes.

La méthode la plus couramment utilisée est le traînage d'un filet à plancton : cône en tissu de soie à bluter, dont la base ouverte est attachée à un cercle métallique et dont l'autre extrémité, pointue, est formée soit par un bocal en verre, soit par un cylindre métallique - le collateur - obturé lui-même par une soie identique au filet. Un filin est attaché au cercle métallique, reliant le filet au navire.

Le filet est immergé à une profondeur déterminée et il progresse lentement, soit dans le sens horizontal, soit dans le sens vertical, un dispositif spécial, dans ce dernier cas, permet de ne tirer le filet ouvert que dans la seule tranche d'eau désirée. Le vide théorique des mailles généralement employé est de 60 environ , jusqu'à 200.

Quand le filet est remonté, la purée planctonique qui s'est concentrée dans le collecteur, est recueillie en bocaux contenant de l'eau de mer pure ou formolée à 5 pour cent selon la destination.

Au moment de la pêche, il y a intérêt à noter sur une fiche telle que celle reproduite ci-contre, les caractéristiques du milieu de vie. Leur étude comparative est nécessairement complémentaire de celle du plancton lui-même.

A l'aide de la loupe binoculaire ou du microscope, la première tâche du biologiste est, alors, de faire une étude à la fois qualitative et quantitative. La première consiste à rattacher chaque élément, par ses caractères morphologiques, à son règne, son groupe, etc... la deuxième, à compter chaque élément ainsi déterminé, pour une surface donnée (par la méthode des quadrillages), et à établir les pourcentages de chaque groupe, c'est à dire la "formule planctonique", ainsi qu'on le ferait pour une formule sanguine.

IV - RESULTATS

A - Caractères généraux

Les pêches planctoniques ont permis de concevoir le plancton comme une biocoenose dans laquelle, comme dans toute association, les composants dépendent les uns des autres, d'une part, et d'autre part, se trouvent en rapport étroit avec le milieu ambiant et ses caractéristiques.

Ainsi, observe-t-on certaines dispositions particulières destinées, semble-t-il, à assurer la flottaison la plus parfaite : que ce soit par la forme (forme vésiculaire, forme applatie, forme bacillaire, souvent caténaire, forme rubanée, forme échinoïdale), par certains dispositifs spéciaux (vacuoles remplies

Date :

Heure de départ :

N° de la fiche

Heure du retour :

PRELEVEMENT

N° du flacon	Point du prélèvement	heure	Profondeur	Température Air	Température Eau	Vent	Pression Atmosphérique	Etat de la Mer	Destination du prélèvement	Prévision Météo.

d'air ou de gaz, flotteurs), ou par certains éléments constitutifs (réserve de graisse ou d'huile).

La grande majorité des constituants du plancton est incolore, mais il existe des formes colorées, totalement ou partiellement, en bleu, violet, rouge, verdâtre, brun ; ces couleurs étant dues, chez les planctontes de nature végétale, à la couleur des chromoplastes, chez ceux de nature animale, à la nourriture ingérée ou aux produits d'assimilation.

La taille des planctontes est très variable. Elle a été prise comme critère arbitraire mais pratique pour distinguer cinq catégories :

1 - ultra-plancton ..... $<5\ \mu$
2 - nano-plancton ..... entre 5 et 50 μ
3 - micro-plancton ..... entre 50μet 1 mm
4 - méso-plancton ..... entre 1 et 5 mm
5 - macro-plancton ..... >5 mm.

La durée de vie au sein du plancton permet de faire une distinction entre les éléments y passant leur vie entière (holo-plancton) et ceux qui n'y sont présents que durant certains stades évolutifs libres et appartenant soit au nekton, soit et surtout au benthos : ce sont les éléments méro-planctoniques.

B - Les éléments du plancton

Nous avons déjà fait allusion à la dualité fondamentale caractérisant le plancton ; une partie est rattachée au règne animal : c'est le zooplancton ; l'autre partie est sous la dépendance du règne végétal : le phytoplancton, A dire vrai, la délimitation entre les deux règnes est parfois purement fictive : les Dinoflagellés, par exemple, bien que possédant pigment chlorophyllien et cellulose, se comportent souvent comme des animalcules, se déplaçant, capturant et ingérant des proies

qui sont parfois certains de leurs congénères.

a) Phytoplancton

La plupart de ses constituants sont holoplanctoniques, quelques formes de provenance benthique, existent, en particulier, les sargasses des mers chaudes dont les tiges se détachent du sol, montent et flottent à la surface de la mer le reste de leur vie. Tous les autres sont holoplanctoniques.

Les plus importants parmi eux, sont les Diatomées, algues unicellulaires microscopiques, comprenant plusieurs milliers d'espèces. En dehors du noyau, on y trouve de petits grains pigmentés de deux sortes : les uns, verts, la chlorophylle, les autres bruns, la diatomine. Des gouttelettes d'huile y sont également remarquées. Chaque Diatomée est entourée d'une carapace de silice translucide. La reproduction se fait selon la simple division binaire. In vitro, elles se reproduisent assez facilement, mais leur comportement et leur croissance dépendent, dans une grande mesure, de leur histoire antérieure, de leur "état physiologique". Elles sont abondantes surtout dans les mers froides et tempérées.

Les Péridiniens ou Dinoflagelles sont des organismes unicellulaires, qui, comme les Diatomées, contiennent un pigment chlorophyllien, mais dont la carapace est faite de cellulose. Ils possèdent, de plus, deux flagelles. Leur mode de reproduction est binaire. Certains d'entre eux sont responsables des "Eaux Rouges": il s'agit de l'apparition soudaine, explosive, de Péridiniens en très grande quantité, dont certains sont toxiques soit directement, pour les organismes marins, soit plus ou moins directement pour l'homme.

Les Coccolithophorides sont également unicellulaires, de 4 à 50 μ. Chaque élément est

enfermé dans une carapace formée de petites écailles calcaires, les coccolithes. Très abondants dans les mers chaudes et tempérées, ils constituent la part la plus importante du nano-plancton. Les réserves de matière nutritive sont représentées par des gouttelettes d'huile, par des granulations pigmentées et par des sphérules de leucosine. Ce sont, très probablement, parmi les plus anciens des êtres qui colonisèrent les eaux lors de l'apparition de la vie sur notre globe.

Les Cyanophycées se distinguent des algues et des végétaux en général, car elles sont pourvues de noyaux individualisés, de plastes et de chondriosomes. A cause de la présence, chez elles, d'un pigment bleu diffus, la phycocyanine, associée avec la phycoérythrine, elles sont généralement de couleur bleuâtre. Les formes planctoniques sont peu nombreuses et généralement autotrophes.

On range sous la dénomination de Xanthophycées, un certain nombre d'algues, confondues avec les algues vertes ou chlorophycées. La séparation se justifie par la présence, chez elles, des caractères distinctifs essentiels suivants :

1 - chromoplastes jaune-vert, dont la couleur est due à l'excès de la xanthophylline et des substances caroténoïdes.

2 - leurs matières de réserve sont représentées, non par de l'amidon, mais par des corps gras, tels que la leucosine.

3 - la nature des membranes, riches en composés pectiques, additionnés d'une petite quantié de cellulose et imprégnés plus ou moins fortement de silice.

b) Zooplancton

Dans la composition du Zooplancton, entrent les représentants de prsque tous les groupes

du règne animal.

I - Les PROTOZOAIRES : ce sont tous des organismes microscopiques ou sub-microscopiques, mais se groupant parfois en colonies.

Les FORAMINIFERES possèdent une coquille de nature variée : généralement calcaire, elle peut être siliceuse, chitineuse ou arénacée.

Les RADIOLAIRES doivent leur nom aux fins prolongements protoplasmiques en forme de rayon. Ils possèdent généralement un squelette siliceux .

Les ACANTHAIRES, jadis confondus avec les radiolaires, mais dont le squelette est formé soit d'une combinaison de silicate de calcium et d'aluminium, soit de sulfate de strontium.

Les TINTINNIDES sont des ciliés en forme de cornet ou de tube.

2 - Les CRUSTACES

Les COPEPODES forment assurément le groupe le plus important du Plancton, au moins quant à leur importance numérique : près de soixante dix pour cent, en général, de tous les éléments. Ce sont des crustacés typiques qui peuvent se déplacer de façon autonome, mais cependant restreinte. Les oeufs aboutissent à la formation d'une larve appélée NAUPLIUS, qui subit douze mues successives.

Les OSTRACODES diffèrent des copépodes par leur aspect extérieur, tout le corps se trouve enclos dans une carapace faite de deux valves dont ne sortent que les antennes et les appendices.

Les EUPHAUSIACES sont des crustacés supérieurs et ressemblent à de petites crevettes.

3 - Les MOLLUSQUES

La presque totalité des mollusques vit au fond des mers, mais parmi les genres planctoniques, on peut trouver des Hétéropodes, ou des Ptéropodes, parfois en très grande abondance.

4 - Les COELENTERES

Certains sont holoplanctoniques, comme les SIPHONOPHORES et les CTENOPHORES; d'autres n'appartiennent au Plancton que durant un stade reproducteur : telles sont généralement les MEDUSES. Un appareil bien particulier aux Coelentérés (à l'exception du groupe des Cténophores) est celui qui est formé par des cellules urticantes réparties dans l'ectoderme; il fut à l'origine de la découverte, par RICHET et PORTIER, en 1901, de l'anaphylaxie.

5 - Les SPONGIAIRES
ne sont représentés dans le Plancton que par leurs larves.

6 - Les ECHINODERMES
sont essentiellement benthiques. On ne connaît qu'une forme holoplanctonique : une petite holoturie des mers chaudes. Sous forme de Méro-Plancton, les Echinodermes sont par contre souvent abondants: les ECHINIDES, les ASTERIDES, les OPHIURIDES, sont les plus fréquents.

7 - Les VERMIDIENS
sont représentés surtout par les CHAETOGNATHES, les ANNELIDES POLYCHETES, les NEMERTES.

8 - ROTIFERES, BRYOZOAIRES et PROCORDES,
ne sont présents surtout que par des stades intermédiaires de la vie de leurs éléments.

9 - Les TUNICIERS,
peuvent être parfois représentés dans le Plancton d'une manière fort importante : les plus nombreux étant les APPENDICULAIRES, les DOLIOLIDES et les PYROSOMIDES.

10 - Les POISSONS
sont essentiellement représentés par des oeufs et des alevins.

Cette énumération des formes qui peuvent se rencontrer dans les pêches planctoniques, quoique incomplète, a permis de mettre en évidence un caractère essentiel : celui de la variabilité des éléments présents dans le Plancton, à des pêches successives.

Essayons d'analyser les divers facteurs qui engendrent cette variabilité et, en conséquence, les rapports qui s'établissent entre le Plancton et son milieu d'une part, entre les éléments du Plancton d'autre part.

C - Conditions de Développement du Plancton

a) Conditions de développement du Planctom végétal

En abordant ce chapitre par l'étude des conditions du développement du Plancton végétal, nous entendons ainsi mettre en évidence la règle suivant laquelle la vie animale est conditionnée par l'existence du règne végétal; seuls les végétaux autotrophes sont capables d'élaborer leur substance organique à partir d'éléments purement minéraux, alors que les végétaux hétérotrophes et les animaux ont besoin de recevoir leur nourriture sous forme organique.

Dans le monde marin, la relation reste la même: le carnivore dépend de l'herbivore, l'herbivore,du monde végétal.

Les conditions premières du développement

Phyto-Plancton seront donc : le gaz carbonique, la lumière, les engrais minéraux.

1 - Le gaz carbonique

Il est présent sous différentes formes et son système peut se résumer ainsi :

$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H + HCO_3 \rightleftharpoons 2H + CO_3$

Son équilibre est soumis à plusieurs facteurs :

- salinité relativement constante
- température : facteur qui variera le plus
- pH
- métabolisme des organismes vivants :
  - production de CO_2 par les animaux
  - consommation de CO_2 par les plantes.

2 - La lumière

L'intensité lumineuse décroit avec la profondeur et parallèlement, l'assimilation chlorophyllienne. Inversement, la respiration, donc la perte de substance s'accroit. La zone d'équilibre entre les deux systèmes est appelée point de compensation.

3 - Les engrais minéraux ou sels nutritifs

Les besoins en P et en N, sont satisfaits sous forme de nitrates, nitrites, amoniaques et phosphates dissous dans l'eau de mer en faible quantité. Le renouvellement des ressources se fait, soit par la mort du Phytoplancton, soit par un facteur physique (courant ascendant par exemple) qui amène à la surface les eaux riches en éléments nutritifs, de la profondeur.

Le fer semble être indispensable à la vie et à la multiplication du Phytoplancton.

Les autres éléments les plus indispensables sont le calcium, la silice, le manganèse,

le zinc, le cuivre, le magnésium, le gallium.

b) Conditions du Développement du Plancton Animal

Le Phytoplancton constitue le stock nutritif initial des herbivores, mais les plus importants consommateurs marins sont certainement les éléments du Zoo-Plancton: on admet en effet, que chaque élément est capable d'absorber, par jour, environ la moitié de son propre poids de nourriture. D'autres facteurs interviennent pour gêner ou favoriser les conditions de vie :

La température a un rôle assez complexe. Si, d'une part, le métabolisme des individus y est étroitement associé, il existe des températures préférentielles, avec des marges très diverses, soit pendant toute la vie, soit à certaines périodes (reproduction par exemple); le facteur température est également responsable des localisations des organismes planctoniques à squelette calcaire ou siliceux.

La salinité permet de distinguer les organismes pouvant supporter les grandes variations, de ceux qui ne peuvent vivre que dans d'étroites limites de salanité. Le pH, au large, est compris entre 8,1 et 8,3, mais de faibles variations peuvent survenir, imputables, d'ailleurs, aux activités planctoniques.

Les courants horizontaux ou verticaux et les turbulences; s'ils sont les principaux agents de dispersion et s'ils apportent les sels nutritifs au Phytoplancton, permettent également à l'oxygène dissous d'être réparti, et le taux de ce dernier, variable avec de nombreux facteurs dont les plus importants sont d'ordre biologiques, affecte

également le développement du Zooplancton. Ainsi, le taux d'oxygène est plus élevé en surface, dans la zone de photosynthèse, qu'en profondeur, où, à la présence d'organismes du plancton animal, il faut ajouter l'activité bactérienne lytique à l'égard des particules organiques qui tombent lentement des couches superficielles.

c) Rôle des Bactéries

Il est indispensable, si l'on veut se faire une idée d'ensemble de la biologie planctonique, d'évoquer tout particulièrement le rôle des bactéries proprement marines.

Si leur étude n'a pas encore atteint le même développement que celui qui concerne les microbes pathogènes et terrestres, ce que nous en savons permet de soupçonner le rôle fondamental qu'elles jouent dans le cycle biologique marin.

Aux fonctions de LYSE des constituants organiques, évoquées plus haut, il faut ajouter celles de synthèse : fixation de l'azote moléculaire, synthèse d'acides aminés, d'acides gras, à partir d'éléments minéraux. Ainsi certaines bactéries, comme le phytoplancton autotrophe, serviront de nourriture aux organismes hétérotrophes.

A cette dernière fonction, A.R. PREVOT (Bulletin Institut Océanographique de Monaco n° III4 - I958) attache la plus grande importance lorsqu'il écrit que "le laboratoire de bactériologie marine, en dehors de ses directives purement spéculatives, aura à résoudre le problème numéro un qui intéresse l'espèce humaine : manger à sa faim. N'oublions pas que les protéines bactériennes contiennent les treize acides aminés nécessaires à la nutrition des mammifères".

TABLEAUX SIGNIFICATIFS

Les tableaux significatifs ci-dessous font état de la productivité des divers éléments baignant dans le milieu marin (1)

I) Taux de Production de quelques Groupes d'Animaux Marins
(rapport de la production annuelle à la population moyenne)

Phytoplancton	10 - 100
Zooplancton	2 - 30
Benthos	1 - 3
Poissons	environ 1

II) Rapport Quantitatif entre le Phytoplancton et le Zooplancton

Site	Epoque	Biomasses en mg/m3		Rapport Phyto/Zoo
		Phyto	Zoo	
Mers Arctiques	Hiver	410	52	8
	Printemps	2410	122	20
	Eté	560	230	2,5
Mer de Barentz	Printemps tardif	500/600	140	4
Mer du Nord	Février/Mars	27	241	0,1
Large de Plymouth	Moyenne annuelle	120	60	2

Ainsi donc, la présence et la croissance des éléments du Plancton, tant végétaux qu'animaux, en un lieu et à un moment déterminés, sont soumises à des facteurs aussi nombreux que divers, et qui engendrent, corrélativement, une infinie variété de "formules

---

(1) Rapport sur l'évacuation des déchets radioactifs dans la mer - Agence Internationale de l'Energie Atomique - Vienne - 1960

planctoniques". Et, si biologiquement, chaque planctonte à sa place et son rôle dans le cycle de la matière et de l'énergie, il n'en reste pas moins une individualité physico-chimique, et, en tant que telle, susceptible de servir l'homme.

-:-

DEUXIEME PARTIE

LA CHIMIE DE LA BIOMASSE PLANCTONIQUE

-:-

Si le dénombrement des éléments du Plancton est déjà bien avancé et si leur rôle dans le cycle de la matière et de l'énergie au sein des océans commence à être précisé, par contre, en ce qui concerne leurs processus métaboliques intimes, et, donc, leur constitution chimique, nous savons, à dire vrai, fort peu. A cet état de choses, certainement de nombreuses et bonnes raisons : la recherche "terrestre" s'avérait suffisamment complexe et fructueuse, sans qu'on eut encore à élargir un éventail de prospection déjà singulièrement large, et, en outre, ce Plancton n'avait que de rares et accidentelles rencontres directes avec l'homme et n'intéressait celui-ci, tout au plus, que comme un facteur intervenant dans l'économie des pêches industrielles.

Mais les arguments qui militent actuellement en faveur d'une recherche plus développée et plus précise, ne sont pas moins nombreux: à l'intérêt tant spéculatif que pratique de saisir et comprendre le mécanisme métabolique original d'éléments primitifs baignant depuis toujours dans le milieu nutritif originel et à la diversité de ces éléments, donc, des métabolismes, s'ajoute l'avantage de réserve inépuisable que constitue le Plancton.

Les rares chercheurs qui avaient orienté leurs travaux dans ce domaine, s'étaient surtout attachés à rechercher les éléments simples, mettant en valeur, en quelque sorte, leur concentration ou leur dilution, ou même leur absence par rapport à l'eau de mer. Des recherches précises plus récentes ont tenté de contribuer à analyser les planctontes dans une structure chimique un peu moins élémentaire, c'est-à-dire, se sont attachés à mettre en évidence certains composants organiques.

C'est à l'exposé et à la confrontation de ces divers aspects que sera consacré le présent chapitre.

I - LES ELEMENTS SIMPLES :

Les premiers travaux concernant la chimie planctonique semblent être ceux de BIRGE et CHANCEY, d'une part, de CLARKE et WEELER, d'autre part, aux Etats-Unis. La mise au point la plus récente due à SVERDRUP, JOHNSON et FLEMING, en 1942, met bien en évidence le souci dominant des travaux effectués jusque là : l'analyse élémentaire. VINOGRADOV, en 1937, avait déjà trouvé une soixantaine d'éléments. On peut dire que tous ceux connus, ont été retrouvés jusqu'à présent.

(Voir tableau, page 41)

Remarquons de suite que cette analyse ne représente qu'une valeur moyenne. Des mesures plus précises, portant non plus sur un échantillon planctonique global, mais sur

1 - ELEMENTS CONSTANTS (18)			ELEMENTS INCONSTANTS (21)	
Principaux 1-60%	Secondaires 0,05-1%	Microconstituants <0,005%	Secondaires	Microconstituants
H C N O P	Na Mg S Cl K Ca Fe	B F Si Mn Cu I	Ti V Br Zn	Li Be Al Cr Co Ni Ge - Rb Mb Ag - Pb Cd - Sr Cs - Ba Pb - As

Eléments classés suivant le pourcentage de leur poids dans les organismes. (WEBB et FEARON - 1937)

les divers éléments le composant, ont donné les résultats repris dans les tableaux des pages 43, 44 et 45.

COOPER recherche plus précisément les taux d'azote et de phosphore contenus dans les différents planctons :

1 - Analyse de trois échantillons de Plancton, filtrés à partir de 388 litres d'eau, entre la surface et 45 mètres (12-2-1934). Dosages colorimétiques.

ECHANTILLONS	P dans le Plancton, exprimé en P_2O_5 (‰) par mètre cube d'eau de mer
A	241 230
B	246 249
C	244 245
	Moyenne = 242 ‰ par m^3 d'eau

2 - COMPOSITION RELATIVE DES ANIMAUX MARINS

(Par rapport à Na = 100)

Eléments	Calanus (Copépode) Vinogradov (1938)	Archidoris Britannica (Nudibranche) Mc CANCE et MASTERS (1937)	eau de mer	CONCENTRATION DES DIFFERENTS FACTEURS	
				Copépode	Nudibranche
Cl	194	180	180	1,1	1,0
Na	100	100	100	1,0	1,0
Mg	5,6	156	12,1	0,46	12,9
S	29,9	7,1	8,4	3,1	0,85
Ca	7,4	262	3,8	1,9	69
K	53,7	20	3,6	15	5,5
Br	1,7		0,6		3
C	Ca 1113	Ca 480	0,26	4,300	1,850
Sr		11	0,12		92
Si	1,3		0,001	13,000	
F		69	0,001		6,900
N	280	107	0,001	280,000	107,000
P	24,1	6	0,0001	241,000	60,000
I	0,4		0,0005	80	
Fe	1,3	0,23	0,0002	6,000	1,000
Mn			0,0001		
Cu		0,43	0,0001		4,300

3 - COMPOSITION RELATIVE DES ORGANISMES PLANCTONIQUES

Eléments	eau de mer	Diatomées	Péridiniens	Copépodes	Concentration des différents facteurs (par rapport au carbone)		
					Diatomées	Péridiniens	Copépodes
C	100	100	100	100	1	1	1
N	0,5	18,2	13,8	25,0	36	28	50
P	0,05	2,7	1,7	2,2	54	34	44
Fe	0,07	9,6	3,4	0,13	137	49	2
Ca	1420	12,5	2,7	0,66	0,01	0,002	0,0005
Si	0,4	93,0	6,6	0,13	232	16	0,3

4 - COMPOSITION EN POURCENTAGE DU MATERIAU SQUELETTIQUE

(Recalculé par CLARKE et WHEELER - 1922)

Substance	Foraminifères	Corail	Algues Calcaires	Homard	Brachio-podes	Eponge Siliceuse
Ca	34,90	38,50	31,00	16,80	26,18	0,16
Mg	2,97	0,11	4,36	1,08	1,45	0,80
CO_3	59,70	58,00	62,50	22,40	7,31	0,24
SO_4			0,68	0,52	4,43	0,00
PO_4	tr.	tr.	tr.	5,45	34,55	0,00
SiO_2	0,03	0,07	0,04	} 0,30	0,64	88,56
$(Al,Fe)_2O_3$	0,13	0,5	0,10		0,44	0,32
Matière organique, etc..	2,27	3,27	1,32	53,45	25,00	10,72

2 - Analyse du plancton

DATE DESCRIPTION	P exprimé en P_2O_5 (en mg) par litre d'eau puisée	P_2O_5 en mg par 1000"unités de plants pigmentaires".
1-1-1934 Diatomées en presque totalité	0,089	0,31
7-2-1934 70% à 80% de Diatomées	1,47	0,27 à 0,31

3 - Détermination de l'Azote total dans le Plancton :

Deux échantillons sont prélevés (A et B)

A = 1,42 mg par litre d'échantillon

B = 1,47 mg " " "

Soit 2,75 fois la quantité de P exprimé en P_2O_5

°

° °

Récemment, Henri LEBOUT, au Laboratoire de Chimie du CERBOM, a recherché plus précisément le K, le Na, le Ca et le Li. L'échantillon de Plancton, lavé à plusieurs reprises à l'eau distillée, et centrifugé, est repris à 100 ml d'eau distillée.

On sépare en deux échantillons, A et B, de 50 ml chacun. A l'échantillon A, on ajoute 1ml de ClH; par ébullition, on ramène à 50 ml. L'échantillon B, auquel on aura également ajouté 1 ml de ClH, est calciné puis repris par H_2O (49 ml) et ClH (1 ml).

Les mesures faites au spectro-photomètre à flamme, donnent les résultats moyens suivants, rapportés au gramme de Plancton sec :

Echantillon	CALCIUM en mg	SODIUM en mg	POTASSIUM en mg	LITHIUM
N° 1	96,10	20,95	4,80	traces non dosables
N° 2	26,30	8,02	1,97	-d°-
N° 3	50,00	14,00	5,13	-d°-
N° 4	79,54	19,54	2,81	-d°-
N° 5	50,00	18,00	7,30	-d°-
N° 6	52,63	50,50	10,10	-d°-

Pour six échantillons dont les "formules planctoniques" étaient les suivantes (établies par M. AUBERT et J. OBRY)

FORMULE PLANCTONIQUE DES ECHANTILLONS UTILISES

	I	2	3	4	5	6
	11.6.61 Golfe Juan	1.7.61 C.Ferrat	21.8.61 Baie des Anges	26.4.61 Golfe Juan(n°4)	8.4.61 Rde de Villefranche	13.2.61 Rde de Villefranche
Xanthophycées	10	3	3	2	6	1
Diatomées { Chaetocéros	40	-	-	-	-	51
Diatomées { Rhizosolinia	2	-	-	-	-	23
Diatomées { Pennées	1	2	-	-	-	20
Péridiniens	28	35	20	8,5	4	1
Acanthaires	-	20	-	-	-	-
Copépodes	5	14	55	35	52	-
Coccolithophorides	-	-	-	9	14	-
Tintinnides	3	9	3	-	-	-
Sagitta	1	-	2	-	1	-
Appendiculaires	1	5	3	5,5	-	-
Ptéropodes	6	3	4	4,5	5	-
Larves Copépodes	1	4	5	23	11	2
Siphonophores	-	4	4	0,5	-	-
Dioliodes	-	1	-	-	-	-
Cladocères	-	-	5	-	-	-
Larves d'Echinides	-	-	1	-	-	-
Larves annélides Polychètes	-	-	-	0,5	2	-
Ostracodes	-	-	-	0,5	-	-
Salpides	-	-	-	-	1	-
Radiolaires	-	-	-	-	3	1
Silicoflagelles (fibula)	-	-	-	-	-	1
	2	-	2	6,5	2	-

Enfin, nous présentons, ci-après, un tableau résumant la teneur moyenne de certains éléments contenus dans la biosphère marine, en mg/gr de biomasse. Il s'agit, évidemment, d'une estimation globale pour différentes sources - (Rapport sur l'évacuation des déchets radio-actifs dans la mer. Agence internationale de l'énergie atomique - Vienne - Septembre 1960)

ELEMENTS	ALGUES MARINES	PHYTO-PLANCTON	ZOO-PLANCTON	POIS-SONS
teneur en eau	80%	90%	80%	75%
azote	5	4,3	20	30
Na	10	-	3	1
K	8	-	3	3
Césium	5×10^{-6}	-	2×10^{-5}	2×10^{-5}
Calcium	4	-	1 (?)	0,4
Strontium	0,15	-	0,07	0,007
Mg	-	-	0,4	0,3
P	2,5	0,55	1,6	1,8
S	-	-	4	2
Fe	0,1	0,1	0,05	0,001
Ni	0,001	0,001	-	0,0002
Co				
Cu	0,005(?)	-	0,006	0,01
Zn	0,01(?)	-	0,1	0,025
Radium	2×10^{-11}		1×10^{-12}	1×10^{-12}
Cd	0,0006	-	-	-
I	0,01 - 1	-	0,0002	0,00015
Mn	0,002-0,4	0,001	0,0002	-
Al	0,01	-	-	-
Titane	0,001	-	-	-

Teneur moyenne de certains éléments contenus dans la biosphère marine (en mg/g de biomasse) et taux de concentration (estimation globale pour différentes sources)

Au terme de cette incursion parmi les éléments simples, constituant des planctontes, quelles sont les premières constatations auxquelles aboutit la confrontation des résultats de ces diverses analyses ?

Il est certain, en dehors de l'évolution de la technique des recherches, que les critères et les données complémentaires nécessaires à l'interprétation précise des éléments nouveaux, ou bien manquent, ou, tout au moins, sont très incomplets. De plus, l'infinie variété des "formules planctoniques" ne simplifie pas le problème; et à formule identique, certains facteurs existent qui modifient les caractéristiques chimiques.

Ajoutons que nous ignorons, le plus souvent, sous quelles formes se présentent ces éléments chimiques, notion essentielle à élucider si nous désirons connaître dans quelle mesure ce Plancton pourra être intégré dans un métabolisme aussi complexe que celui de l'homme.

II - LES COMPOSES COMPLEXES

Il est assez remarquable de constater que les travaux effectués jusqu'à présent reflètaient deux préoccupations essentielles.

- Premièrement, la composition du matériau squelettique, chapitre intéressant, tant l'écologiste que le géophysicien.

- Deuxièmement, la place et le rôle du Plancton, dans la biologie marine.

On comprend ainsi, que, vu sous cet aspect, seul intéresse le Plancton, en tant que "substance intermédiaire" vivante et plus ou moins dissemblable du milieu ambiant. Un autre souci s'est fait jour, récemment, et s'est concrétisé par la recherche de ce qui, dans le Plancton

pouvait servir directement hors le milieu marin.

C'est ainsi que furent entreprises, dans le cadre des activités du C.E.R.B.O.M., toute une série de travaux ayant pour but d'étudier le Plancton en tant que tel et d'en inventorier les richesses utilisables directement pour l'économie humaine.

C'est essentiellement le fruit de ce travail que nous voudrions rapporter ici et qui a été fait par M. MIQUELIS, ingénieur chimiste, et publié dans les "Cahiers du CERBOM" Année 1961 Fasc. 2 et 3.

Deux premières séries d'expériences furent d'abord menées, qui avaient pour but la recherche et la mise en évidence des éléments vitaminiques.

1°- Le premier échantillon de Plancton étudié est le résultat d'une pêche d'une demi-heure faite par le "St Jacques III" à deux milles au large du Cap de Nice, le 26-12-60, au moyen d'un filet de 4,20m de long, de un mètre d'ouverture de diamètre et de mailles de vide théorique, de 55 à 60 microns.

Les conditions météorologiques étaient les suivantes :

Vent de secteur Nord - 4m/s
Mer : houle de 1,30m de creux environ
Température de l'eau : 11°5
Pression barométrique : 1015 millibars.

Le Plancton recueilli est mis dans un récipient de verre, avec une quantité d'eau suffisante et bien aérée pour qu'il reste vivant durant le transport au laboratoire. Il faut signaler l'intérêt d'un transport rapide pour éviter les modifications biologiques qui pourraient découler de la mort de la majorité des éléments planctoniques - productions de toxines

ou d'artéfacts chimiques.

Dès l'arrivée au laboratoire, après agitation du bocal contenant la pêche de façon à bien homogénéiser les éléments, un premier échantillon est prélevé qui servira à établir la "formule planctonique". Le reste de la pêche est concentré en retirant l'eau par siphonage avec filtres en soie jusqu'à ce qu'il reste dans le flacon 150 ml. Un flacon témoin est rempli jusqu'à la graduation de 150 ml avec l'eau de mer recueillie après filtration.

Les deux échantillons sont mis dans un réfrigérateur rotatif à -22°C pour obtenir une congélation en coquille.

La lyophilisation est ensuite pratiquée par Madame CORTEGGIANI au Centre de Transfusion sanguine de Nice.

L'échantillon initial qui a servi à déterminer la formule planctonique est fixé avec du formol à 5 pour cent et examiné au microscope par la méthode de quadrillages.

La composition écologique en a été la suivante :

- Tintinnides ..... 4 pour cent
- Diatomées 28
- Copépodes 33
- Péridiniens 8
- Xanthophysées 9
- Chetognathes Sagitta 3
- Acanthaires 4
- Dolioles 3
- Méduses 1
- Appendiculaires 1
- Larves de crustacés 6

ANALYSE :

Il a été mis en oeuvre les appareils suivants :

- Spectrophotomètre enregistreur
- Infra-Rouge PERKIN-ELMER, type 21, à double faisceaux avec expenseur d'échelle.
- Spectrophotomètre ultra-violet de JOUAN
- Spectrophotomètre de ROUYS
- Fractomètre PERKIN-ELMER, type 154B, avec hydrogène comme gaz vecteur
- Colonne pour chromatographie aux charbons actifs
- Colonne pour chromatographie à l'alumine avec séparation dans les deux cas des éludats par fractionnement.

Le produit est broyé très finement et épuisé par toute une série de solvants organiques sélectifs, pour terminer par un lessivage à l'eau destiné à enlever absolument tous les sels solubles. En fin de travail, on obtient une matière pulvérulente.

Les solvants ont été évaporés dans le vide avec piège avec CO_2 pour éviter tout entraînement. Les examens spectrophotométriques montrent le caractère de chloroplastes : absorption en violet, bandes très nettes dans le bleu et l'indigo.

La recherche des éléments vitaminiques donne les résultats suivants :

1 - CAROTENOIDES : leur présence est bien mise en évidence par l'examen spectrographique; le résultat est confirmé par le réactif de CARR-PRICE.

2 - VITAMINE A_1 : identifiée par la méthode de CARR-PRICE, confirmée par la méthode dite des "Unités bleues" (S_bCl_3 et $CHCl_3$)

3 - VITAMINE A_2 : présence certaine, étant donné son spectre d'absorption; d'autre part, après réaction de CARR-PRICE, sa présence est confirmée par la bande d'absorption caractéristique.

4 - VITAMINE B_1 : ANEURINE - Malgré toutes les recherches, sa présence n'a pu être mise en évidence d'une façon formelle.

5 - VITAMINE B_2 : RIBOFLAVINE - il n'a été observé aucune réaction probante avec la méthode de WARBURG et CHRISTIAN.

6 - VITAMINE B6 : PYRIDOXINE - sa présence a été mise en évidence par la réaction de FOLIN, ainsi que par le 2-6 Dichloroquinonechlorimide.

7 - ACIDE PANTOTHENIQUE - les réactions de WILLIAMS et de STILLER, EICHSTEIN, WOOLEY sont positives. Toutefois, ces diverses réactions ne sont pas absolument probantes.

8 - VITAMINE C : ACIDE ASCORBIQUE. La réaction de TILIMANS ainsi que celle de MARTINI et BONSIGNORE n'ont pas permis de mettre en évidence la présence d'acide ascorbique.

9 - VITAMINES DU GROUPE D :

A - L'ERGOSTEROL a été mis en évidence par plusieurs réactions.

B - Le CALCIFEROL ou VITAMINE D_2 a été mise en évidence par les diverses réactions utilisées dans le cas précédent. Il est certain que l'ergostérol irradié donnant du calciférol, la présence d'une des vitamines implique la présence de l'autre.

10 - VITAMINE K : sa présence a pu être établie par la réaction de KARRER, ainsi que par la méthode de LIEBERMAN. Toutefois, ces réactions sont extrêmement faibles.

11 - VITAMINE PP : NICOTINAMIDE - la présence est mise en évidence par la réaction de KARRER, le 2-4 Dinitro-chlorobenzène et la soude, l'examen au photomètre.

2° - La deuxième série de recherches porte sur un échantillon de Plancton péché le 13-2-61 dans la matinée, entre 9 heures et 10 heures, dans le S-E de la rade de Villefranche, à un demi mille de la côte. Les conditions météorologiques étaient les suivantes :

- Mer belle
- Vent du secteur nord - force I
- Température de l'eau : 13°6
- Pression barométrique : 1020 millibars

Le transport et la lyophilisation se font de la même manière que précédemment. La "formule planctonique" de l'échantillon prélevé est la suivante :

- Diatomées centriques	choetoceros	51 %
	rhizosolenia	23
- Diatomées pennées		20
- Xanthophycées		1
- Péridiniens		2
- Silicoflagellés (fibula)		1
- Radiolaires		1
		100 %

Analyse :

L'appareillage mis en oeuvre est le même que celui utilisé pour les examens précédents.

Les premiers résultats donnent pour la chlorophylle une présence certaine en assez forte quantité. De même, la flucoxanthine est mise en évidence.

Le traitement aqueux a permis également de noter la présence de phycoerythrine : dissolution par l'eau distillée et précipitation par l'alcool. En répétant l'opération plusieurs fois, on obtient ainsi, par évaporation, des cristaux rouges à réaction protéique. Ce produit donne des réactions du biuret, de Millon

et précipite par le sulfate d'ammonium: il s'agit, selon KYLIN, de protéines conjuguées.

VITAMINES

Les recherches entreprises comme précédemment ont donné les mêmes résultats, sauf en ce qui concerne la vitamine K : sa présence n'a pu être établie par la réaction de KARRER ni par la méthode de LIEBERMAN.

III - RADIOACTIVITE

En dehors des recherches de chimie purement moléculaire, le C.E.R.B.O.M. a voulu s'attacher à un aspect particulier du problème du Plancton, à savoir la recherche et la détermination des rayonnements β et γ

A cet effet, dans le cadre des études faites conjointement entre le C.E.A. (Commissariat à l'Energie Atomique) et le C.E.R.B.O.M., 32 sorties ont été effectuées entre le 21-11-1960 et le 20-4-1961, ramenant au total 3,75 litres de Plancton essoré et rincé deux fois avec une solution de ClNa à 33 pour cent. L'échantillon formolé est expédié dans des flacons en polyéthylène, dans le service d'Electronique Physique du Professeur LABEYRIE, à SACLAY.

La moyenne des formules planctoniques a été la suivante :

Xanthophycées	3,5
Diatomées	19
Coccolithophorides	1
Dinoflagellés	13
Acanthaires	0,2
Radiolaires	1,2
Tintinnides	3,6
Méduses	0,3
Siphonophores	0,6
Copépodes	30

Amphipodes	3
Ptéropodes	0,70
Chetognathes Sagitta	0,50
Appendiculaires	2
Salpides	3,3
Doliolides	0,6
Larves	13,5
Mues de Copépodes	3
Oeufs	1
	100 %

Mesures β

On obtient 50 gr de Plancton sec à partir de 800 cc de Plancton humide, volume apparent de Plancton après sédimentation des 3,750 l. Ce Plancton provient d'environ 10 000 m^3 d'eau. L'activité β de l'eau de mer, en avril-mai 1961, en Méditerranée est de 34 p C/litre dus au K_{40} et de 1pC/litre dû à l'ensemble des autres produits naturels ou artificiels. Les 50 g de Plancton sec ne représentant que 100 pC, on en déduit les facteurs d'enrichissement approximatifs en K_{40} et autres produits entre l'eau de mer et le Planton sec.

	Potassium 40 Activité β	Autres produits - Activité β
1 g d'eau de mer	$34.\ 10^{-3}$ p C.	10^{-3} p C.
1 g de Plancton sec	1 pC	1 pC
facteur d'enrichissement	30	1 000

Mesures β : les activités β sont nettement plus importantes que les activités γ . Mais K40 est à la fois émetteur β et γ et pour 1 pC de γ il émet environ 10 pc de rayons β.

En fait, l'activité β est 5 à 15 fois plus importante que l'activité γ ; mais pour identifier les isotopes responsables de cette activité, il faudrait une activité au moins 100 fois plus grande.

Il est intéressant de comparer ces résultats, obtenus à partir de la biomasse planctonique, avec les résultats obtenus par l'étude de la radioactivité des algues pêchées dans la même région et à la même date.

On voit donc ici une étude comparative de l'effet de concentration de deux organismes de métabolisme différent. Enfin, ces dernières données ne sont pas négligeables en thalassothérapie, en particulier, dans l'application de la Pellothérapie.

(Voir Tableau p. 59)

Bien que partielles et sans caractère définitif, ces données aident à mieux situer le problème et éclairent d'un jour nouveau certaines hypothèses métaboliques riches de promesses pour l'avenir.

Une première confrontation des divers résultats, tels qu'ils sont exposés ci-dessus, amènent quelques remarques.

Il s'agit d'abord de résultats très partiels tant en ce qui concerne les différentes formes planctoniques qu'au point de vue chimique.

	MESURE β				MESURE γ	
	Echantillon	Quantité mesurée en g	Comptage net (Cp m)	Activité β (pC/g)	Quantité mesurée (g)	Activité γ en pC/c de 100 ke V à 1,6 Me V / de 1,6 MeV à 2,3 Me V
Plancton	Mélange	1	4,0 à 4,4	10	50	$\frac{2}{1}$ non mesurable
Algues	1	1	8,8	22	550	( )( )
	2 A	1	6,6	17		
	3 A	1	5,3	13		
	3 B	1	5,4	14		
	2 B	1	11,1	27		

I : ULVA LACTUCA
2 A: ULVA ENTEROMORPHA
3 A: BLINDIGIA MINIMA
3 B: ULVA ENTEROMORPHA
2 B: GELIDIOLES et GIGARTINOLES

En particulier, le premier échantillon soumis aux analyses chimiques contenait pour un tiers de Copépode et moins d'un tiers de Diatomées, alors que la deuxième pêche était composée presque exclusivement de Diatomées. Peut-être est-ce la raison pour laquelle la vitamine K fut mise en évidence, très faiblement il est vrai, la première fois, alors qu'elle ne put être décelée dans le deuxième échantillon. Par ailleurs, il ne fut jamais décelé de vitamine C.

Seule est certaine la présence des éléments vitaminiques du groupe A : Caroténoïdes, Vitamine A_1, Vitamine A_2, la vitamine B_6, les Vitamines du groupe D, la vitamine PP.

N'ont pas été mises en évidence avec une certitude absolue : la Vitamine B_1 , la vitamine B_2 , et l'acide pantothénique.

D'autre part, mises à part les recherches plus ou moins ébauchées et concernant les protides, les glucides, les lipides et les groupes hormonaux, nous pouvons penser que certains métabolismes spéciaux sont à l'origine de substances à propriétés pharmacodynamiques particulières, comme le prouvent d'ailleurs déjà les notions d'anaphylaxie et les " Eaux rouges ".

Partant de toutes ces notions, on pouvait se demander si, dans certaines conditions bien déterminées, cette source que forme la biomasse planctonique, ne pouvait être appliquée au bénéfice de la biologie humaine.

-:-

TROISIEME PARTIE

-:-

SUR QUELQUES APPLICATIONS

-:-

I - Les relations accidentelles homme-plancton

Il est des cas où la nature se charge de mettre en présence deux éléments étrangers l'un à l'autre, de façon tout à fait fortuite, avec des résultats parfois surprenants.

C'est ainsi que certaines variétés planctoniques mises en contact occasionnellement avec l'homme, se sont comportées comme agents pathogènes.

I - L'ANAPHYLAXIE

La découverte de l'anaphylaxie se fit à la fois dans le domaine expérimental et dans le domaine clinique.

On peut donc diviser cette histoire en phase expérimentale et phase clinique, bien que, dès 1903, les faits aient commencé à s'enchevêtrer.

Durant l'été 1901, sur le yacht océanographique du Prince Albert de Monaco, se trouvent avec le Docteur RICHARD, comme hôtes scientifiques, Paul PORTIER et Charles RICHET. La "Princesse Alice" croisait au large des

Açores ; sur la mer, des physalies en grande quantité. Quelques marins les ayant maniées présentèrent des démangeaisons et une éruption. Donc ces tentacules étaient toxiques, fait d'ailleurs connu. "Personne ne les a étudiées expérimentalement. Il serait intéressant de le faire dit le Prince de Moncaco. Et avec les moyens du bord, c'est-à-dire sur les Lapins et les Canards de la "cambuse", Paul PORTIER et Charles RICHET injectèrent une macération de physalies qui se montra, en effet, d'une haute toxicité.

Mais le voyage est terminé. Pourtant, l'expérience vaudrait la peine d'être continuée à Paris. Avec les physalies ? Impossible de se les procurer. Mais certains coelentérés, les actinies sont abondantes sur nos côtes. Elles ressemblent aux physalies, elles sont irritantes pour qui les touche, tous les pêcheurs le savent. Et au laboratoire du Boulevard Brune, le Professeur DELAGE, l'éminent zoologiste, envoie de Roscoff quelques bocaux pleins d'actinies ou mieux de tentacules d'actinies macérant dans de la glycérine. Paul PORTIER et Charles RICHET étudient alors sur le Chien la toxicité de ce poison actinique et ils arrivent à le mesurer à peu près sur le Chien neuf. Si la dose est trop forte, l'animal meurt ; il est malade si la dose est moyenne ; il ne paraît présenter aucune manifestation si la dose est très faible. Tout cela est normal, donc, de peu d'intérêt. Allons plus loin.

La tradition du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine était de multiplier les expériences. Par mesure d'économie assez inhabituelle, en ce temps, on ne sacrifia pas les Chiens qui avaient résisté et on les garda pour vérifier la toxicité d'autres bocaux qui venaient d'arriver de Roscoff. In-

différemment, les expérimentateurs prirent les animaux venant de la fourrière ou ceux qui dix, vingt ou trente jours auparavant avaient résisté à la première injection. Mais alors, résultats aussi discordants que possible. Tel animal résite à la dose de dix alors que tel autre succombe en quelques minutes pour la dose de 1. Donc, incohérence absolue. Pourquoi ? Les experimentateurs reprennent alors leur cahier d'observations et remarquent que tous les animaux qui succombent à une dose faible sont des chevronnés du laboratoire, qui ont déjà été utilisés pour des expériences antérieures. Et encore, tous ces animaux ne sont pas devenus hypersensibles, mais seulement ceux qui ont reçu leur première injection quinze, vingt ou vingt cinq jours auparavant. Donc, fait nouveau. Le Professeur RICHET aimait à relater une expérience particulièrement probante : un Chien fort et musclé, "Neptune", reçoit une première injection intra-veineuse de Occ 1 de liquide glycériné actinique. Aucun phénomène apparent. Vingt deux jours après, en pleine santé, il reçoit la même dose. Il s'effondre et meurt en vingt cinq minutes, dans le coma, avec diarrhée sanglante et vomissements. Bien entendu, d'autres Chiens, mais neufs, le même jour, avaient reçu la même dose par la même voie intra-veineuse et n'avaient présenté aucun signe clinique. Conclusion : jusqu'à présent, on ne connaissait qu'un phénomène succèdant à une injection d'antigène : l'immunité, la phylaxie.

Ici, phénomène inverse. Cette hypersensibilité, c'est l'anaphylaxie. Et l'expérience, des jours suivants, se précise encore, si bien que les auteurs, dans leur première note, peuvent en indiquer la grande ligne.

Alors, dans les deux laboratoires de Charles RICHET, celui de la Faculté et celui du Bou-

levard Brune, les recherches sont poussées de façon plus intense.

Progressivement, les faits s'ajoutent aux faits et, successivement, Charles RICHET démontre :

I°- que cette propriété anaphylactogène était générale. Nombre de substances avaient, en seconde injection, une toxicité plus considérable qu'en première injection.

2°- que cette anaphylaxie était spécifique.

3°- les symptômes de l'anaphylaxie sont calqués les uns sur les autres. Dans les formes légères, le prurit plus ou moins féroce ; dans les formes graves, la prostration nerveuse, quel que soit l'antigène utilisé ; dans les formes mortelles, le coma. A l'autopsie, vasodilatation hémorragique.

4°- les accidents sont immédiats et foudroyants.

5°- le phénomène essentiel de l'anaphylaxie est la sidération du système nerveux. Plus tard, BESREDKA devait utiliser l'expression si féconde de choc anaphylactique et le comparer aux autres chocs (peptonique, etc...)

Pendant que les expérimentateurs reproduisent ces phénomènes et en montraient les conditions d'apparition, les cliniciens, travaillaient eux aussi, et généralisaient ces faits à la clinique et en montraient la fréquence, (injection de sérum antidiphtérique, ponction de kyste hydatique, etc...)

II -"LES EAUX ROUGES"

Bien que de connaissance moins répandue que la notion de l'origine de l'anaphylaxie, le pouvoir pathogène du "Plancton Rouge" peut y être rattaché à plus d'un titre.

La constatation des "Eaux Rouges" à certaines époques de l'année et la mortalité qui décime la faune marine périodiquement, ont alerté depuis plusieurs années les biologistes et les physiologistes, d'autant que ces faits coïncident avec des manifestations pathogènes pour l'homme, où elles prennent alors le caractère d'une épidémie locale.

On sait depuis longtemps, que les "Eaux Rouges" sont le fait de la prolifération d'une race planctonique aux familles variées : les DINOFLAGELLES aux caractères morphologiques particuliers, qui, suivant les circonstances tant météorologiques que chimiques, envahissent certaines zones marines et certaines zones littorales.

De taille plus ou moins grande, ils ne dépassent pas généralement 80 à 90 microns suivant les genres.

On a isolé parmi eux des espèces vénéneuses dans l'ordre des gymnodiales, fréquents en Méditerranée, et dans la famille des goniaulacidaes. Vivant généralement au-dessous de soixante dix mètres, ils peuvent proliférer et envahir la surface. Ils contiennent des matières de réserves : glucides, amidon, graisses et pigments hématochromes ou lipochromes, vraisemblablement responsables de la teinte rougeâtre ou jaunâtre de l'eau dans laquelle ils vivent.

Ces dinoflagellés, surtout abondants dans les mers chaudes comme la Méditerranée et les

eaux qui longent le golfe de Floride, predominent en surface au point de vue quantité pendant la saison d'été, tendant alors à remplacer les diatomées qui, elles, diminuent pendant la période chaude.

Mais ce qui retient plus particulièrement notre attention, c'est leur pouvoir pathogène que, nous étudierons plus longuement, tant pour l'homme que pour les races inférieures (poissons, mollusques).

Depuis les travaux des auteurs anglo-saxons (BALLANTINE, ABOTT, INGLE, DAVIS, WOODCOCK), le problème de leur toxicité est à peu près clarifié : existant à l'état endémique, c'est leur pullulation à certaines périodes, et suivant certaines circonstances océanographiques et météorologiques, qui leur confère leur agressivité vénéneuse. Il semble donc qu'il faille atteindre une concentration minima pour les rendre pathogènes.

A - Chez l'homme :

On a constaté les faits suivants, d'autant plus intéressants qu'ils ont été insoupçonnés.

I°- C'est ainsi qu'en 1947, à Venice, sur la côté de Floride, en juillet, époque à laquelle correspondirent l'apparition d'eaux rouges et une épidémie mortelle détruisant le poisson marin de cette région, la population riveraine manifesta des symptômes typiques d'irritation respiratoire : toux sèche, persistante, sensation de brûlure au niveau de tout le système respiratoire, nez, arrière-gorge, larynx, trachée et même les poumons. Or, il se produisit à cette date un coup de vent venant du large, chargeant l'air atmosphérique de gouttelettes d'eau de mer riches en dinoflagellés ; l'agent responsable identifié s'est trouvé être le gymnodinium.

2°- C'est alors que le biologiste américain WOODCOCK réalise expérimentalement les mêmes symptômes : certains sujets sont soumis à des aérosols d'eau de mer artificiellement chargée de gouttelettes d'eau de mer contenant une forte concentration de gymnodinium, 56 x 10^6 par litre, soit la concentration constatée lors du coup de vent ; après quelques minutes, les patients présentaient les mêmes symptômes décrits plus haut : toux sèche, irritation de la gorge et du nez, et sensation de brûlure. En revanche, des aérosols d'eau relativement claire, ne produisirent aucun effet nocif ; de même si, au préalable, l'eau chargée de gymnodinium était filtree sur un coton tres serré de deux centimètres au moins d'épaisseur, les aérosols restaient sans effet irritant.

3°- ABOTTet BALLANTINE ont remarqué, au cours de leurs expériences sur le gymnodinium que l'agitation des cultures dégageait immédiatement une vapeur irritante et fortement désagréable pour l'appareil respiratoire; à ce sujet, il est intéressant de noter que l'administration préalable d'anti-histaminique, type Phénergan, semble minimiser les réactions.

4°- Enfin, on sait que l'ingestion de certains mollusques occasionne chez l'homme des manifestations toxiques extrêmement graves qui peuvent entraîner la mort. Si l'on invoque nombre de facteurs exogènes comme la présence de cuivre ou de matières polluées dans le milieu marin, où ces mollusques vivent, il semble bien, maintenant, dans ces cas, que le facteur toxique soit le "poison paralytique" du poisson ; celui-ci, par ses propriétés, s'identifie aux produits isolés dans les cultures de gonyaulas. Ces planctontes, penetrant à l'intérieur des coquilles infestent alors l'animal qui devient toxique pour l'homme qui le consomme.

A la lumière des récentes expériences anglo-saxonnes, le mode d'action de ces dinoflagellés semble donc bien être une toxine particulièrement virulente, entrant dans la constitution même de certains dinoflagellés ; ceux-ci, inhalés (traduisant l'absorption branchiale) par les poissons ou les autres animaux marins au niveau des branchies, passent ensuite dans leur circulation générale et agissent alors sur les systèmes musculaire et nerveux, le bloquant, et rappelant les phénomènes que l'on observe lors de l'intoxication par le curare, comme en témoignent les faits suivants observés sur les animaux marins ou terrestres (Grenouille, Souris).

B - Chez l'animal :

Des séries d'animaux, depuis les échinodermes, les mollusques, ainsi que les crustacés, jusqu'aux animaux plus différenciés comme les poissons, ont été immergés dans de l'eau de mer à laquelle on avait additionné des cultures de gymnodinium en concentration progressive. On a pu ainsi observer le comportement de ces animaux et l'évolution de leurs symptômes. Après immersion, le poisson s'agite et fait des efforts pour sortir de l'eau, il nage de façon désordonnée ; cette phase de défense, où les symptômes sont encore réversibles dure quelques minutes, puis apparaissent les troubles respiratoires, avec ralentissement du rythme, le poisson ne nage plus, mais flotte soit sur le côté, soit sur le dos. Cette seconde phase s'accompagne de spasmes violents avec troubles de la sensibilité et abolition des réflexes ; cette deuxième phase est irréversible. Enfin, à plus ou moins bref délai, suivant les espèces, la mort survient avec blocage du système nerveux.

Il faut attirer l'attention sur la toxicité

de ces planctontes, car, s'ils sont l'apanage des invasions d'eaux rouges ou jaunâtres, une eau de mer paraissant relativement claire peut en contenir en quantité suffisante pour créer, chez certains sujets, des manifestations allergiques.

II - SUR QUELQUES APPLICATIONS THERAPEUTIQUES POSSIBLES EN PARTICULIER EN O.R.L.

A la lumière des faits relatés dans le chapitre précédent, il résulte incontestablement que certaines formes planctoniques jouissent de propriétés particulières vis-à-vis de l'homme, propriétés qui se sont avérées pathogènes telles qu'elles furent mises en évidence.

Nanti de cette mise en garde et muni des premières connaissances positives, en l'occurence une première approximation de la constitution chimique des planctontes, il semblait tentant de voir et d'apprecier dans quelle mesure et sous quelle forme on pourrait faire bénéficier l'homme de cette bio-masse planctonique.

Les applications thérapeutiques furent menées sous la direction du Docteur AUBERT, otorhino-laryngologiste. C'est dire dans quel sens le domaine d'application pratique a été restreint, en dehors de quelques rares cas de dermatoses. Nous avons simplement voulu rapporter ici les résultats acquis, tels qu'ils nous furent exposés par le Docteur AUBERT, auquel nous tenons à témoigner notre particulière reconnaissance.

I°- Pour la clarté du sujet, nous devons mentionner, en quelques mots, les difficultés

pratiques en ce qui concerne le prélèvement, la préparation, la conservation et les formes utilisables du plancton.

A - Prélèvements

Un premier écueil consiste dans la pêche même, "extensive", nécessitée par l'énorme diffusion d'un plancton peu dense dans l'élément marin.

Pour ne citer qu'un exemple, disons que la pêche des trois litres sept cent cinquante millilitres de plancton dilué destiné au C.E.A. de Saclay, a nécessité trente deux sorties du "Saint Jacques III", à raison de trois grammes de plancton essoré, en moyenne, par coup de filet de vingt minutes.

Par ailleurs, afin d'éviter de recueillir d'éventuelles formes toxiques de micro-plancton, la pêche est effectuée au filet à grosses mailles (200 μ). Une filtration sur gaze permet d'éliminer le macro-plancton, type méduse, qui pourrait avoir des propriétés urticantes. Restent donc les éléments planctoniques moyens, crustacés, diatomées, larves, ostracodes, radiolaires ; quelques formes plus petites sont recueillies par le filet à larges mailles, car il y a un phénomène de colmatage. Nous obtenons ainsi lors d'un trait de filet - c'est-à-dire dragage de 20 minutes à 3/4 de noeud - environ 3 g de plancton. Celui-ci est alors mêlé à un litre d'eau de mer. Cette préparation est alors mise au frais à + 4° et agitée de temps à autre pour l'oxygéner, afin de garder le plancton vivant pendant 24 heures au moins.

Une autre difficulté consiste dans la nécessité de pêcher un plancton indemne de contamination microbienne, en particulier en ce qui concerne les bactéries d'origine entérique.

Bien que le pouvoir antibiotique de l'eau de mer, pour les germes libres, eut été reconnu depuis longtemps (Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine : 7 octobre 1952 - 20 et 27 janvier 1953), il restait que le plancton marin pouvait être un véhicule ou un réservoir microbiens.

La question étant posée, une série de travaux a été conduite au C.E.R.B.O.M. sous la direction de Henri LEBOUT, afin de préciser le rôle des planctontes dans la répartition des germes - tests de contamination fécale.

D'une manière générale, et bien que les résultats soient encore trop peu nombreux pour porter des conclusions, on remarque que le plancton, dans les zones polluées, est riche en germes-tests (coliformes, escherichiae-coli, streptocoques fécaux) et qu'un simple lavage ne suffit pas pour les éliminer.

Plus au large, au point dit "O", là où l'eau est de qualité bactériologique très satisfaisante, on trouve les résultats suivants, rapportés à un centigramme de plancton sec (plancton dragué à trois milles dans le 165 du cap de Nice, grosse houle d'Est) :

- échantillon A : filtré sur coton de verre stérile, lavé avec une solution de Ringer au 1/4, repris par 100 ml de Ringer au 1/4 après broyage au mortier stérile

- échantillon B : même procédé de lavage, mais l'échantillon n'est pas broyé.

	A	B
Coliformes	40	40
Escherichiae-coli	< 4	< 4
Streptocoques fécaux	40	8
Germes aérobies	< 800	< 800

Pour ce qui concerne le plancton lyophilisé, une remarque est à faire, à savoir le peu d'action du froid sur certains germes.

Voici les résultats d'une pêche effectuée le 13 février 1961 au Sud-Est de la Rade de Villefranche, à un quart de mille de la côté : mer belle, vent Nord, force I.

- échantillon A : plancton frais
- échantillon B : plancton gardé à -20° C pendant deux jours
- échantillon C : plancton gardé à -20° C pendant deux jours, puis lyophilisé

Pour un centigramme de plancton frais, on trouve :

	A	B	C
Coliformes	185	0,7	0,7
Escherichiae-coli	18,5	0	0
Streptocoques fécaux	185	185	1,5
Cl. perfringens	+++	555	185
Germes aérobies	920	260	720

Nous savons, enfin, que l'eau de mer possède un certain pouvoir antibiotique, à condition d'être utilisée fraîche, c'est-à-dire

pendant trente six heures après le prelèvement.

L'étude bactériologique faite, montre que dans de l'eau de mer enrichie en plancton, après trente six heures, la quantité de germes qui avait presque totalement disparu, ne remonte que très faiblement. Ainsi, pour du plancton pêché à un demi mille au large du Cap Ferrat :

- 100 cc de plancton fraîchement recueilli dans le collecteur donne 54 mg d'extrait sec

- pour 1 cg d'extrait sec de plancton, il est trouvé une moyenne de 185 coliformes.

Après trois jours de conservation à +4° C, les résultats rapportés à 1 cg de plancton sec sont : 0,7 coliformes.

On voit donc là, bien qu'on ne puisse encore porter aucune conclusion définitive, toute l'attention qu'il y a lieu de porter à ce sujet.

Ainsi se trouve mis en évidence un nouveau problème celui de la pureté bactériologique. En fait, l'eau est prélevée dans des flacons stériles à clapet, s'ouvrant à la profondeur désirée et se refermant, après le prélèvement au large de la Baie des Anges (2 à 3 milles), à 5 mètres de profondeur, pour éviter la contamination tant bactérienne que due au mazout en dérive. L'eau ainsi recueillie est le plus souvent exempte de germes pathogènes, le maximum de pollution bactériologique retrouvé a été moins de 10 germes pour 100 millilitres d'eau de mer.

La conservation intacte du stock planctonique et la nécessité de "fixer" le plus rapidement possible le produit pêché en constituent un autre aspect, plus pratique, mais essentiel. Car à la contamination bactériolo-

gique, se superposent, avec le temps - qui va très vite ici - la production de toxines et d'artéfacts chimiques. On saisit tout l'intérêt, dans ce cas, de la méthode conservation par lyophilisation précoce, sitôt la pêche effectuée.

B - Présentation des formes

En possession maintenant de notre plancton indemne de formes pathogènes, de qualité bactériologique satisfaisante, ayant gardé intact ses structures intimes, il faut envisager la forme sous laquelle ce plancton ou son extrait pourront être appliqués et introduits dans l'"économie humaine", au sens biologique.

Dans la limite des moyens actuels et en fonction de la voie d'introduction qui est visée, on peut envisager les possibilités suivantes :

- en voie externe, la seule utilisée jusqu'à présent, deux formes ont été employées.

a) forme aqueuse

Le plancton recueilli par un trait de filet, soit environ trois grammes, est mélangé à un litre d'eau de mer prélevé aseptiquement suivant la méthode précédemment décrite. Il est nécessaire, pour que le plancton reste vivant au moins 24 heures, de conserver l'eau de mer au frais et de l'agiter de temps à autre. L'emploi en est fait dans les 24 heures.

b) forme huileuse

Le produit de la pêche est lyophilisé - plusieurs coups de filet sont necessaires pour obtenir une quantité suffisante de plancton - puis finement pulvérisé. Il est alors placé au contact d'un mélange d'alcools gras = al-

cools méthylique, oléïque, éthylique. L'ensemble est soumis à une agitation pendant 12 heures à une température de + 30°C, puis il est essoré à la trompe à eau (Solution preparée par Monsieur MIQUELIS).

2°- Applications à la biologie humaine

On ne peut actuellement qu'entrevoir ces premières applications : qu'il s'agisse de la somme de nos connaissances physico-chimiques, limitées, en la matière, certes, mais suggestives, ou qu'il s'agisse d'expérimentation humaine, volontaire ou fortuite, cet ensemble de faits se devait d'attirer l'attention. D'autant plus que cet ensemble peut entrer dans le cadre général très actuel de la recherche d'un plus grand rendement et d'une exploration de plus en plus lointaine de nos richesses naturelles dans la lutte contre la faim et contre la maladie.

Cependant, il faut bien avouer que nos connaissances, au sujet de la Planctonologie sont encore trop récentes, surtout trop fragmentaires, pour concevoir avec exactitude l'ensemble des indications. Si quelques traits particuliers de la constitution planctonique peuvent être mis en évidence, la prudence la plus élémentaire recommande, cependant, une application conduite avec discernement, en raison même du vaste domaine qui subsiste dans l'inconnu. Ce que nous savons jusqu'à présent de l'emploi des extraits planctoniques confirme, toutefois, en première analyse, les espoirs que formulèrent les premiers expérimentateurs.

a) La Diététique

Elle peut revendiquer une place de choix dans le domaine de l'utilisation du plancton,

au moins quant au retentissement qu'elle eut à son heure.

On se souvient, en effet, de l'usage qu'en fit le Docteur Alain BOMBARD, lors de sa traversée de l'Atlantique-Nord sur son radeau. En tant qu'alimentation de complément, il recommande le zooplancton (donc mailles du filet assez larges : filet n°2 de la nomenclature classique), le phytoplancton présentant divers inconvénients : plus salé, laxatif, parfois toxique (plancton rouge). De plus, d'après le même auteur, le phytoplancton ainsi que les petites algues contiennent des polysaccharides non hydrolysables par les sucs digestifs humains.

L'emploi qui pourrait être ainsi fait du plancton est, heureusement assez limité, tout au moins dans les conditions semblables à celles qu'eut à supporter le Docteur BOMBARD.

Il n'en demeure pas moins qu'une recherche dans le sens de l'appréciation des qualités nutritives des différents planctons serait des plus souhaitables. A l'apport énergétique et plastique proprement dit - apport du calcium, par exemple - il conviendra d'ajputer certains éléments d'origine embryonnaire ou hormonale dont on connaît l'action eutrophique, en particulier dans le domaine de la gérontologie.

b) La Thérapeutique

proprement dite laisse entrevoir un champ d'application très vaste.

Ses indications, seront celles des constituants des planctontes pris isolément ou, surtout, en synergie. C'est dire qu'en fonction des connaissances encore restreintes que nous avons des uns, le champ des autres

est limité.

Cependant, l'expérimentation clinique, menée jusqu'à présent dans le domaine de l'Oto-rhino-laryngologie, semble suffisamment constante dans ses résultats pour que nous en signalions tout l'intérêt.

En oto-rhino-laryngologie (Docteur Maurice AUBERT) 1.500 cas ont été traités tant en dispensaire qu'en clientèle privée, comparés à 1.500 autres cas similaires, traités classiquement. L'intérêt particulier de l'application en O.R.L., est la possibilité de suivre l'évolution clinique directement au niveau des muqueuses et d'en contrôler l'état jour après jour.

Deux solutions ont été employées, l'une aqueuse, l'autre huileuse.

I°- **la solution** aqueuse : préparée comme il a été vu, la solution est conservée en flacon sombre et au frais (entre -5°C et +12°C) car le plancton n'aime ni la chaleur ni la lumière. Si une eau était colorée, on aurait à vérifier la présence et la densité des dinoflagellés. De toute façon, le liquide pulvérisé n'étant pas filtré, contient des organismes planctoniques.

Le mode d'emploi a été le suivant :

- dans le nez : pulvérisation dans chaque narine d'un ou deux flacons de 50cc, tous les jours, pendant 10 à 15 jours.

- dans les sinus : soit le lavage par ponction des sinus maxillaires, soit la méthode de Proetz, soit la nébulisation de l'aérosol ; le plus souvent, la combinaison de ces diverses méthodes a été utilisée.

- au niveau des oreilles : soit la pulvérisation douce soit le lavage par poire auriculaire

du conduit auditif, et si la perforation tympanique est assez large, lavage de la caisse. Ce mode d'emploi est formellement déconseillé dans les cas d'otites chroniques cholestéatomateuses avec perforation du Schrapnell, si le cholestéatome pouvant gonfler et se décoller ; ce cas reste toujours judiciable d'une thérapeutique chirurgicale.

- au niveau du pharynx : par pulvérisations analogues aux douches rétro-nasales des thermalistes.

Cliniquement : suivant les voies d'introduction, nous distinguerons les rhinites, les otites, les sinusites et les pharyngites.

Rhinites :

Celles-ci peuvent être distinguées, suivant l'anatomo-pathologie en rhinites hypertrophiques, atrophiques et allergiques.

a - Dans les cas de rhinites hypertrophiques, la solution est employée en lavages et nébulisations sous pression, le flacon étant relié à un compresseur d'air électrique.

On observe une modification de la vasomotricité avec diminution de l'état congestif vasculaire, régression des crises vasomotrices, assèchement de l'exsudation. Il semble que la tonicité soit rendue à la muqueuse en rapport probablement, avec l'hypertonie de l'eau de mer.

La solution aqueuse constitue également un utile adjuvant à la cautérisation des cornets :

- soit avant, pour tonifier la muqueuse,
- soit après, pour déterger les croûtes consécutives à la cautérisation,

- soit plus tard, dans la période post-opératoire tardive, pour maintenir une muqueuse moins oedématiée.

b - Les rhinites allergiques sont caractérisées par un gonflement oedémateux de la muqueuse nasale provoquant une hypertrophie des cornets, d'où il résulte une obstruction respiratoire. En même temps, les phénomènes d'exsudation se produisent à travers cette muqueuse provoquant une hydrorrhée claire, abondante, assez typique de cet état de sensibilisation. On comprend que l'eau de mer ait une action immédiate par le fait que l'on met en contact une solution hypertonique avec ce filtre très perméable qu'est la muqueuse nasale. Aussi n'est-il pas étonnant que la pulvérisation fine d'eau de mer provoque une rétraction de la muqueuse par résorption de l'oedème. Mais par ailleurs, l'enrichissement planctonique des solutions marines utilisées augmente cette action. Peut-être la présence, en solution, plus concentrée des oligo-éléments n'est-elle pas indifférente au métabolisme cellulaire. Enfin, l'enrichissement protéïnique que représente la biomasse planctonique peut éventuellement expliquer une sorte de micro-choc anaphylactique local ; il s'agirait alors d'une sorte de désensibilisation à l'échelon local. Cette dernière remarque n'est qu'une hypothèse de travail que nous espérons vérifier à l'échelon tissulaire ou même cellulaire.

c - les rhinites atrophiques

Il est assez paradoxal de chercher, en fonction des données des paragraphes précédents, à modifier l'aspect tissulaire des rhinites atrophiques ; cependant, le fait que des générations d'oto-rhino-laryngologistes ont traité les rhinites atrophiques plus

ou moins ozénateuses par des instillations larges d'eau salée, nous ont incité à rechercher une thérapeutique dans l'utilisation de l'eau de mer enrichie. Certains résultats encourageants ont été obtenus. Au point de vue mécanisme physio-pathologique, il semble qu'un double processus soit à la base de ces modifications de la muqueuse : d'une part, des réactions vaso-motrices avec hypo-irrigation tissulaire, d'autre part, et corrélativement, un trouble de la trophicité cellulaire.

C'est pourquoi, on peut penser que l'effet de choc provoqué par une nébulisation à pression suffisante du rhino-pharynx, va créer un afflux vasculaire. C'est ce qui a pu être constaté cliniquement, puisque la congestion, après nébulisation, est évidente et peut aller jusqu'à l'exsudation sanguine. D'autre part, l'apport non négligeable à travers cette membrane filtrante d'oligo-éléments et de substances hormonales peut favoriser la trophicité des tissus qui les absorbent. C'est à partir de cette hypothèse de travail que l'on a conduit l'expérimentation clinique.

- Sinusites

Parmi les sinusites, on distingue généralement :

- les pansinusites chroniques simples
- les pansinusites avec crises de réchauffement et de rétention.

Les formes cliniques sont dues essentiellement, aux aspects anatomo-cliniques qui sont les stades successifs par lesquels passent les parois des sinus et leur contenu :

I - forme suppurative simple
II - forme avec polypes et fongosités
III - forme avec ostéite.

Un caractère particulier de cette affection est la ténacité et la résistance aux thérapeutiques classiques, la cause principale étant le cloisonnement du complexe sinusal qui multiplie les foyers infectés et empêche de les aborder de front par la thérapeutique locale, l'usage des antibiotiques, tant locaux que généraux, a modifié très sensiblement le pronostic de cette affection. Aux deux premiers stades anatomo-cliniques, c'est-à-dire au stade congestif et sécrétant et au stade exsudatif, suppuré, il sera opposé une action de drainage par les vaso-constricteurs des muqueuses nasales et une introduction d'un antibiotique majeur dans les cavités sinusiennes. Si l'infection a dépassé ces deux premiers stades, nous sommes devant la nécessité d'une action chirurgicale pour assurer un drainage et un curetage.

Les malades soumis à la thérapeutique par eau de mer enrichie en plancton étaient des malades des stades I ou II, et certains malades du stade III qui étaient des échecs de la thérapeutique chirurgicale.

Les résultats ont été les suivants : rapidité plus grande de guérison des sinusites ; la moyenne des ponctions ou lavages aux antibiotiques simples est en general de trois ou quatre séances, alors que les malades soumis à l'association antibiotiques - thalassothérapie cessent de suppurer après deux séances seulement. Les malades atteints d'ostéïte qui n'avaient pu avoir aucune amélioration par de multiples lavages aux antibiotiques associés même à la corticothérapie, ont été considérablement améliorés par la solution locale simple, même sans antibiotiques.

De même, les polyposes nasales de faibles dimensions, accompagnant une sinusite, semblent avoir été favorablement influencees par les

nébulisations associées ou non au Proetz. Enfin, les suppurations croûteuses et les pharyngites atrophiques croûteuses qui accompagnent assez souvent l'evolution d'une sinusite au long cours, ont été remarquablement améliorées par les nébulisations et par les douches rétro-nasales.

- Pharyngites :

On utilise des pulvérisations analogues aux douches rétro-nasales des thermalistes.

a - Dans les pharyngites atrophiques, on observe une diminution de la paresthésie pharyngienne. Faut-il y voir un effet de l'action du métabolisme de l'eau de mer ou de l'action des traumatismes répétés ? La question reste, pour l'instant sans réponse.

b - Dans les pharyngites granuleuses, à granulations lymphoïdes, la solution semble avoir une action de résorption qui fait blanchir et disparaître les granulations.

- Au niveau des oreilles :

L'indication majeure est constituée par les otorrhées chroniques, type tubaire, entretenues par les sécrétions nasales et les éléments allergiques du rhino-pharynx.

Les résultats sont fréquemment bons, car il s'agit des mêmes muqueuses que dans le nez : action hypertonique, anti-inflammatoire, anti-allergique.

En étroit rapport avec le domaine de l'oto-rhino-laryngologie, notons qu'en stomatologie, le Docteur BOISNIERE, à Cannes, a utilisé avec succès l'eau de mer simple dans les parodontoses en général, et en particulier dans les pyorrhées alvéolo-dentaires, sous forme de dou-

ches filiformes. Celles-ci provoquent, en particulier des réactions vaso-motrices notables au niveau de la gencive, se traduisant par une congestion et parfois une exsudation sanguine analogues à ce qui est observé dans les cas de rhinites atrophiques (Tableau ci-dessous):

Répartition des différentes affections O.R.L. en nombre et en pourcentage

Sur 3.000 observations

Sinusite avec ostéïte	66	soit	2,26 %
Sinusite purulente	1.180	soit	39,00 %
Sinusite allergique	288	soit	9,5 %
Sinusite polypeuse	118	soit	3,98 %
Rhinite atrophique	128	soit	4,2 %
Rhinite hypertrophique	150	soit	5,00 %
Allergie nasale	572	soit	19,00 %
Otite Chronique suppurée	234	soit	7,75 %
Pharyngite granuleuse	110	soit	3,6 %
Pharyngite atrophique	60	soit	2,00 %
Catarrhe naso-pharyngien	94	soit	3,1 %

Résultats sur 1.500 cas traités à l'eau de mer enrichie en plancton

	Bons	Moyens	Nuls
Sinusite avec ostéite	2	4	27
Sinusite purulente	148	295	147
Sinusite allergique	36	72	36
Sinusite polypeuse	15	35	9
Rhinite atrophique	47	13	4
Rhinite hypertrophique	13	50	12
Allergie nasale	72	142	72
Otite chronique suppurée	38	40	39
Pharyngite granuleuse	33	12	10
Pharyngite atrophique	20	5	5
Catarrhe naso-pharyngien	15	15	17

2°- La solution huileuse

Elle présenterait l'incomparable avantage de garder intactes les propriétés thérapeutiques du plancton pendant un laps de temps assez long, mais non encore determiné.

Le mode d'emploi en a été le suivant : une à deux fois par jour, badigeonnage des muqueuses avec un porte-coton imbibé du produit. Ont été également utilisées des petites mèches imbibées laissées en place dans les orifices naturels : nez, oreilles.

Bien que l'emploi encore trop récent pour juger définitivement de son efficacite, la solution huileuse semble avoir une action analogue à celle de la solution aqueuse.

Dans les rhinites atrophiques 64 observations ont donné les résultats suivants :

- amélioration nette : 47 cas
- amélioration partielle: 13 cas
- action nulle : 4

Quelques cas d'eczéma du conduit auditif externe ont été traités. Il s'agissait d'eczéma simple, sec, non infecté. Les résultats furent assez bons, avec atténuation de la lésion érythémato-squameuse.

Encore peu utilisé en Dermatologie, l'extrait planctonique huileux a pourtant déjà quelques beaux résultats à son actif. Il a été utilisé, sous la conduite du Docteur GUILLAUD, Dermatologiste à Nice dans les deux affections suivantes : acné et psoriasis.

Dans les cas d'acné, la méthode utilisée fut l'ionisation de l'extrait huileux au niveau des lésions de la face. Une compresse imbibée de cet extrait est reliée à la cathode, l'anode étant rattachée à une main. Le courant galvanique passe pendant quelques

minutes (trois minutes, en général, suffisent) jusqu'à l'apparition d'une saveur sodée dans la bouche. Après quelques séances - deux ou trois - une très nette amélioration se produit avec asséchement des pustules et atténuation de l'érythème péri-pustuleux. Il semble que la disparition des lésions persiste au moins plusieurs mois.

Deux cas de psoriasis ont été traités. Dans la première observation, il s'agit d'un psoriasis typique, persistant depuis dix sept ans, avec plaques sur les jambes, les bras, le thorax et la région lombaire, traité et hospitalisé à plusieurs reprises. La maladie évolue par poussée et récidive de façon désespérée. On applique alors quotidiennement, à la compresse, une solution huileuse d'extraits planctoniques. Après un mois, on note la disparition des plaques et des démangeaisons. Deux mois plus tard, une récidive nécessite une nouvelle application du traitement pendant quelques semaines. Depuis trois mois, on ne note aucune récidive.

Le deuxième cas de psoriasis a donné des résultats semblables.

Quels sont les éléments responsables de ces modifications cliniques ? On ne peut plus incriminer ici, semble-t-il, une action hypertonique prédominante, due à l'eau de mer et à ses électrolytes, mais bien les constituants mêmes du plancton.

De nombreuses autres indications sont susceptibles d'apparaître, en particulier certains troubles d'ossification. Le plancton se présente, en effet, comme une importante source phospho-calcique qui ne sera peut-être pas à négliger dans les retards d'ossification, dans les séquelles de fractures, dans l'ostéomalacie, dans le rachitisme et certains troubles dentaires, en général dans toutes les

anomalies d'origine nutritionnelle.

Nous avons vu l'application d'extraits planctoniques au niveau de certaines muqueuses. D'autres parmi celles-ci sont d'accès et de contrôle faciles, en particulier, la muqueuse vaginale.

Mais en dehors de cette utilisation d'un plancton dans son ensemble, il n'est pas interdit de penser que certains planctontes sont producteurs de substances à propriétés pharmacodynamiques particulières, en particulier, à action antibiotique. De même, les relations virus-plancton formeront-elles peut-être un chapitre fort important dans l'avenir, en particulier de par leur aspect pratique au long des rives polluées.

Enfin, comme nous l'avons signalé et comme l'ont prouvé les analyses faites au Centre atomique de Saclay, il n'est pas sans intérêt de penser que l'existence d'une radioactivité de l'eau de mer, concentrée par les éléments planctoniques, peut-être à l'origine de modification des métabolismes cellulaires.

-:-

CONCLUSIONS

-:-

Le plancton marin est un véritable"microcosme" dont nous ne connaissons que quelques éléments. Nous savons que ses éléments figurés sont très nombreux, très complexes. Mais nous ignorons en grande partie les relations des planctontes avec l'eau de mer ambiante et les autres éléments qui y vivent.

La composition du plancton est variable d'un échantillon à l'autre ; cette variabilité étant due à de nombreux facteurs : stade évolutif, saison, température de l'eau et de l'air, turbulence, heure du prélèvement, richesse en sels nutritifs, etc...

Jusqu'à maintenant, il n'a pas été possible de cultiver quelques uns des planctontes en culture pure, comme cela a été réalisé depuis longtemps pour les microbes.

Les analyses chimiques et bio-chimiques du plancton ont montré que les éléments minéraux (Ca, Na, K) étaient en quantité appréciable, que la teneur des lipides, protides et glucides était variable selon les échantillons, que le plancton contenait des vitamines, surtout du groupe A et du groupe D, des vitamines B_6 et PP : les vitamines C, B_1 , B_2 et l'acide pantothénique sont absents ou incertains. Enfin, on a prouvé une radioactivité β et γ minime mais plus élevée dans le

plancton que dans l'eau de mer.

Nous avons ébauché une étude thérapeutique de l'action du plancton, en particulier en oto-rhino-laryngologie, grâce aux documents fournis par le Docteur Maurice AUBERT, en utilisant soit une eau de mer enrichie en plancton, soit une suspension de plancton lyophilisé réduit en poudre dans un mélange d'acides gras. Quinze cent cas furent traités par des produits planctoniques, comparés à autant de cas traités classiquement. Les résultats furent bons dans l'ensemble, meilleurs, en général, que ceux qui étaient traités par les méthodes habituelles.

La solution huileuse, ne contenant pas d'eau de mer, mais seulement des "planctontes", a paru aussi efficace dans son effet que la solution aqueuse, ce qui semble montrer que les effets thérapeutiques obtenus sont, pour une part au moins, d'origine planctonique.

Le mécanisme d'action du plancton dans les affections O.R.L. est inconnu : action locale en tant que matériau énergétique et plastique, action physico-chimique sur la perméabilité cellulaire, action purement physique du micro-traumatisme de la pulvérisation, action des divers éléments minéraux du plancton, action antimicrobienne ? Il est, bien entendu, impossible de savoir, si dans le plancton, un des éléments figurés joue un rôle thérapeutique prépondérant.

Ces études thérapeutiques ne sont donc qu'un début. Elles doivent inciter à des recherches plus poussées sur les mécanismes d'action et sur les indications therapeutiques du plancton.

-:-

Vu :
Le Président :
Signé : Ch. DEBRAY

Vu :
Le Doyen :
Signé : L. BINET

Vu et Permis d'Imprimer
Le Recteur de l'Académie de Paris :
Signé : Jean ROCHE

BIBLIOGRAPHIE

-:-

ACADEMIE NATIONALE DE MEDECINE
(bulletin de l')
Séance du 7 octobre 1952

ACADEMIE NATIONALE DE MEDECINE
(Bulletin de l')
Séance du 20 janvier 1953

ACADEMIE NATIONALE DE MEDECINE
(Bulletin de l')
Séance du 27 janvier 1953

ACADEMY OF SCIENCES (U.S.A.) NATIONAL
National Research Council
The effects of atomic radiaton on oceanography and fisheries - 1957

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE
Rapport sur l'évacuation des déchets radioactifs dans la mer
Vienne - Septembre 1960

AUBERT M.
Action de l'eau de mer en thérapeutique naso-sinusienne - Communication au Congrès International d'O.R.L.
Paris - juillet 1961

AUBERT M., LEBOUT H.
Etude bactériologique du Plancton marin
Colloque pour l'Ecologie de la Méditerrannée
Naples - juillet 1961

AUBERT M., Madame OBRY J.
Répartition des espèces planctoniques péchées en surface durant un an dans la baie des Anges
Cahiers du CERBOM- Année 1962 - fasc.1

AUBERT M., ARNOUD P., Madame OBRY J.
Exemples de formules planctoniques
Les cahiers du CERBOM - fasc.1 - 1961

AUBERT J. (Madame)
Le pouvoir pathogène de certaines formes planctoniques
Les cahiers du CERBOM -fasc.1 - 1961

AUBERT M., Madame OBRY J., MICHEL P.
Répartition analytique du plancton de la rade de golfe Juan au cours du mois d'avril 1961
Les cahiers du CERBOM - fasc.3, 1961

BERNARD F.
Cycle annuel du Nanoplancton de Monaco à Banyuls
Etude quantitative
Ann.Inst.Océanogr.XVII, pages 349-405
1938

BERNARD F., FAGE L.
Recherches quantitatives sur le Plancton méditerranéen
Bull.Inst.Océanogr. de Monaco 1936
vol. 33, n° 701

BERTEL R.
Les bactéries marines et leur influence sur la circulation de la matière dans la mer
Bull.Inst.Océanogr. de Monaco 1936,
n° 687

BIRGE E.A., CHANCEY Juday
The lakes of Wisconsin
The plankton - its quantity and chemical composition
Wis. geol. and nat. Hist.surv.Bull. n° 64, Sci.Sea n° 13 - 1922

BOMBARD A.
Rapport technique de l'expérience de survie prolongée en mer à bord de l'Hérétique en 1952
Thèse - Doctorat en Médecine

BOISNIERE J.
Paradontoses et eaux de mer
Rev. Fse d'Odonto-Stomatologie
n°4 - Avril 1959

BRISSOU J., TYSSET C., VACHET B.
Bull.Inst.océanogr. de Monaco - 1959

BRISSOU J.
Microbiologie du milieu marin
Flammarion Paris 1956

CACHON J.
Sur quelques techniques de pêches planctoniques pour études biologiques
Bull.Inst.océanogr. de Monaco, n°I I03 - 1957

FONTAINE M.
Océanographie et radio-éléments
Centre belge d'océanographie et de Recherches sous-marines
Journées des 24 et 25 février 1958

CLARKE F.W., WHEELER W.C.
The inorganic constituents of marine invertebrates

U.S. geol.Surv.Prof.Paper n°124, p 1 62 - 1922

COLIN J.A.
The biology of marine animals 1960

COOPER L.H.N.
The determination of phosphorus and nitrogen in plankton
Marine biol.Assn. U.K., Jour.,v. 19, p 755 - 59, Plymouth 1934

DEEP SEA PRAWN
Conseil permanent international pour l'exploration de la mer
Annales biologiques, vol. V - 1948

DEVEZE L.
Contribution à l'étude des bactéries des eaux en relation avec le milieu marin
Bull.Inst.océanogr. de Monaco - 1950 n° 973

DRACH P.
Biologie marine et océanographique biologique.
Cours inaugural à l'Institut océanographique
Bull.Inst.océanogr. de Monaco n° 1077 1956

FEJGIN B.
Etudes sur les microbes marins
Bull.Inst.océanogr. de Monaco n° 471 1926

FLEMING, RICHARD H.
The composition of plankton and units for reporting population and production

Sixth Pacific Sci Congr. Calif. 1939-
Proc. V.3. p 535 - 540 - 1940

FONTAINE
La mer et l'Alimentation
Bulletin de la Société d'Hygiène alimentaire
Paris 1942

FRANCIS A., RICHARDS
The estimation and characterization of plankton population by pigments analyses.

HARVEY H.W.
Chimie et Biologie de l'eau de mer
Presses Universitaires - 1949

JOHNSTONE, SCOTT et CHADWICH
The Marine Plankton
Cambridge University

KING, E.J., and Viola DAVIDSON
The biochemistry of silisic acid IV - Relation of silica to the growth of phyto-plankton - Biochem.Journ.,v. 27, p. 1015 - 21, 1933

KUFFERATH H.
Examen microscopique d'ultra-plancton recueilli au large de Monaco - Bull. Inst. Océanogr. de Monaco n° 1089
1957

LEBOUT H.
Etude bactériologique du plancton
Les Cahiers du CERBOM - Fasc. I - 1961

LEBOUT H., Mme CORTEGGIANI
Etude bactériologique d'un Plancton lyophilisé

Les Cahiers du CERBOM - Fasc. 2 1961

MALLET L.
Pollution des milieux marins par les hydrocarbures cancérigènes
1960

MIQUELIS E.
Etude chimique d'un échantillon de Plancton lyophilisé
Les Cahiers du CERBOM - Fasc.2 - 1961

MIQUELIS E.
Etude chimique d'un échantillon de Plancton lyophylisé
Les Cahiers du CERBOM - Fasc.3 - 1961

NATIONAL RESEARCH COUNCIL
Marine Piling investigation
1924

OLLIVIER G.
Contribution à la connaissance de la flore marine des Alpes Maritimes
Bull.Inst.Océanogr. de Monaco
n° 522 - 1928

PLISSIER M., THERRE P.
Etude in vitro de l'innactivation du Poliovirus dans l'eau de mer
Les Cahiers du CERBOM Fasc.3 - 1961

PREVOT A.R.
Utilité de la bactériologie marine dans le présent et l'avenir
Bull.Inst.Océanogr. de Monaco n° 1114
1958

RAZOIES
Espèces végétales alimentaires

ROSE M.
Recherches biologiques sur le Plancton
Bull.Inst.Océanogr. de Monaco
n° 276 - 1913 385 - 1921 439 - 1924

ROUBAULT A.
Bull.Inst.Océanogr. de Monaco n° 902
1946

SAUVAGEAU
Utilisation des algues marines
Paris 1920

SENIOR, COLLINS et KELLI
Valeur nutritive des algues marines
Economic Process, Royal Dublin Society - 1946

SOCIETE SCIENTIFIQUE D'HYGIENE ALIMENTAIRE
(Bulletin de la)
La mer et l'Alimentation
1942

SVERDRUP, JOHNSON, FLEMING
The oceans - Their physics, chemistry and general Bilogy
1942

TREGOUBOFF G.
Le Plancton marin
Bull.Inst.Océanogr. de Monaco n° 902,
1946

TREGOUBOFF G., ROSE M.
Manuel de planctonologie méditerranéenne - Tome I = texte Tome II = planches
Edit. C.N.R.S.

VALETTE M.G.
De l'intérêt de l'emploi des animaux marins en pharmacodynamie
Bull.Inst.Océanogr. de Monaco n° 1042
1954

VINOGRADOV A.P.
Elementary chemical composition of marine organisms (In Russian) Pt. 1
Laboratoire de biogéochimie près l'Acad. des Sci. URSS, travaux, v.3-p.63-278 - 1935 Leningrad

VINOGRADOV A.P.
Elementary chemical composition of marine organisms - Pt 2 - p 97-112 - 1938 Moscou

VINOGRADOV A.P.
Chemical composition of marine plankton
V.7 - p 97-112 - 1938 - Moscou

ZOBELL
Etude sur les bactéries marines
1941

ZOBELL, URBAN
Liste des bactéries marines
1944

-:-

SERMENT

-:-

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers Condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'Exercie de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire audessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les moeurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses !

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes Confrères si j'y manque !

-:-